







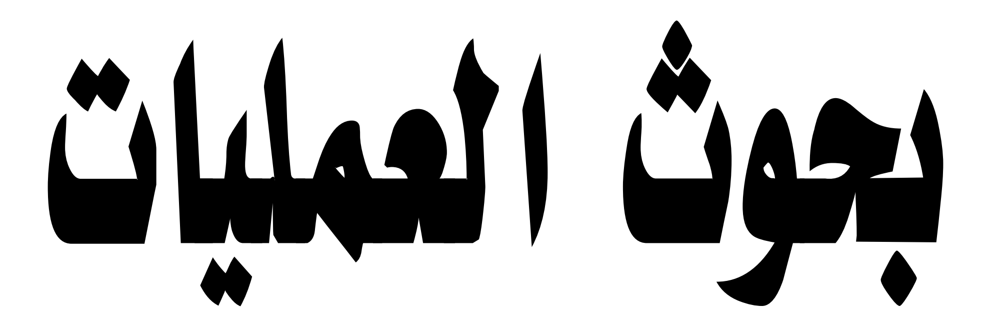
بحوث العمليات

د.زين العابدين عالم مصطفى

رقم المقرر: 928020

1430





أ. د. زين العابدين عالم مصطفى

صنعاء
1433هـ - 2012م



شارك في التأليف وإدخال التعديلات	أ.د. صالح محمد الشامي أ.د. منصور قاسم المذحجي
التحكيم العلمي	أ.د. صديق محمد أحمد شاهين
التصميم التعليمي	د. جمال درهم زيد د. محمد الفاتح محمود المغربي
المراجعة اللغوية	د. عطية أحمد الوهيبي
التصـــميم الفـني والغلاف	أ. فارس عبد الرزاق علي شروان

الإشـــــــراف الـــــــعــام	قسم إنتاج المقررات – كلية التعليم المفتوح

الطبعة الثانية 1433هـ - 2012م

يطلب هذا الكتاب مباشرة من الجامعة www.ust.edu

ت/00967/373237 تحويلة6121

أو من دار الكتاب الجامعي – صنعاء – ت/00967/1471790

E-mail : Dalkitab@yemen.net.ye

مقدمة المقرر

عزيزي الدارس:

يهدف مقرر بحوث العمليات إلى تعريفك بالمبادئ والأساليب الأساسية لهذا العلم ومنهجية استخدامها في تحليل المشكلات واتخاذ القرارات. وتمثل بحوث العمليات مجموعة واسعة من الأساليب العلمية الحديثة والمتقدمة التي يمكن استخدامها بنجاح كبير لحل العديد من المشكلات وخاصة تلك التي تمتاز بالتعقيد الشديد في ظروفها ومكوناتها وعواملها. ويؤدي استخدام هذه الأساليب في تحليل هذه المشكلات إلى الحلول المثالية لها وتحقيق نتائج فعالة في هذا المجال. وبفضل ذلك ونتيجة لانتشار الحواسيب في مختلف ميادين النشاط الاقتصادي للمجتمعات الحديثة، فقد لاقت أساليب بحوث العمليات، وخلال وقت قصير نسبياً، انتشاراً واسعاً في جميع المجالات التي تتطلب دراسة المشكلات والوصول إلى الحلول المثلى لها.

تعالج بحوث العمليات بشكل عام مسائل الاستخدام الأمثل للموارد المتاحة، ويقوم علم بحوث العمليات على ربط هذه الموارد بالاستخدامات المثلى من خلال صياغة نماذج رياضية واضحة ومحددة تعكس هذه العلاقات ضمن حالة معينة. ثم يقدم هذا العلم الطرق الرياضية المناسبة لتحليل النماذج الرياضية للمشكلات المختلفة وإيجاد الحلول المثلى لها.

ولقد تمت صياغة هذا المقرر ليساعدك على تعلم كل من هذين الجانبين: بناء النماذج الرياضية للمشكلات المختلفة، واستخدام الطرق الرياضية المناسبة لها والوصول إلى القرار الأمثل بصددها. وستجد فائدة كبيرة في هذا المقرر، حيث سيقدم لك بأسلوب رياضي منطقي وتحليلي، الخلفية الرياضية والمنهجية العلمية والعملية التي ستساعدك على تفهم عملية حل المشكلات واتخاذ القرارات المثلى بشأنها في الحالات والظروف المختلفة، حيث سيكون مطلوباً منك في المستقبل، عندما تمارس عملك ،محلل أنظمة مؤهلا، أن تستخدم هذه الأساليب بوصفها مكونات مهمة وضرورية في أنظمة المعلومات الإدارية التي تقوم بتصميمها وتطويرها. وبدون استخدام هذه الأساليب لن نتمكن من بناء أنظمة حاسوبية بمستوى متطور يتناسب مع متطلبات العمل في بيئة الأعمال الحديثة واحتياجاته.

آملين عزيزي الدارس، أن تجد في دراستك هذا المقرر الفائدة المرجوة. وأن تتفهم الأساليب المتنوعة الموجودة فيه بشكل فعال سواء دراستك للمقررات التالية أو حياتك العملية.

مع تمنياتنا لك بالتوفيق والنجاح، والله من وراء القصد.

الأهداف العامة للمقرر:

عزيزي الدارس بعد فراغك من دراسة هذا المنهج ينبغي أن تكون قادراً على

1. **تبيّن** دور بحوث العمليات وأهميتها كمنهج علمي في اتخاذ القرارات.
2. **استخدام** بحوث العمليات في دراسة المشكلات وتحليلها.
3. **تبيّن** متطلبات تطبيق نماذج بحوث العمليات والمشكلات المرافقة لعملية استخدام هذه النماذج وسبل معالجتها.
4. **صوغ** المشكلات المختلفة بشكل نماذج رياضية وتجد الحلول المناسبة لها.
5. **استخدام** نماذج بحوث العمليات وتستفيد منها عند تصميم أنظمة المعلومات الإدارية.



محتوى المقرر

	الموضوع	الصفحة
الوحدة الأولى النماذج الرياضية للبرمجة الخطية	1. المقدمة	10
	2. النموذج الرياضي للبرمجة الخطية	11
	3. خلاصة .	33
	4. لمحة مسبقة عن الوحدة الدراسية الثانية	34
	5. إجابات التدريبات	35
	6. مسرد المصطلحات .	38
	7. المراجع	39
الوحدة الثانية تحليل الحساسية	1. المقدمة	44
	2. استخدام الطريقة العلمية في الإدارة	46
	3. التخطيط الرياضي والمستقيم	51
	4. خطوات الحل بأسلوب السمبلكس	55
	5. طريقة السمبلكس	56
	6. تعظيم الربح والشفافية وتقدير الحساسية	61
	7. تخفيض التكاليف	65
	8. الخلاصة	70
	9. لمحة مسبقة عن الوحدة الدراسية الثالثة	73
	10. إجابات التدريبات	74
	11. مسرد المصطلحات	76
	12. المراجع	80
الوحدة الثالثة نماذج النقل	1. المقدمة	84
	2. نماذج النقل	85
	3. الخلاصة	99
	4. لمحة مسبقة عن الوحدة الدراسية الرابعة	100
	5. إجابات التدريبات	101
	6. مسرد المصطلحات	102
	7. المراجع	103

	الموضـــــــوع	الصفحة
الوحدة الرابعة نماذج التخصيص	1. المقدمة	108
	2. نظرية التخصيص	110
	3. الخلاصة	146
	4. لمحة مسبقة عن الوحدة الدراسية الخامسة	147
	5. إجابات التدريبات	148
	6. مسرد المصطلحات	150
	7. المراجع	151
الوحدة الخامسة نظرية شبكات الأعمال	1. المقدمة	156
	2. طريقة المسار الحرج	158
	3. طريقة تقييم ومراجعة المشروعات "بيرت"	174
	4. الخلاصة	188
	5. لمحة مسبقة عن الوحدة الدراسية السادسة	189
	6. إجابات التدريبات	190
	7. مسرد المصطلحات	194
	8. المراجع	196
الوحدة السادسة نماذج اتخاذ القرار في ظل ظروف التأكد	1. المقدمة	200
	2. نماذج اتخاذ القرار في ظل ظروف التأكد	201
	3. نظرية الترتيب	208
	4. الخلاصة	214
	5. إجابات التدريبات	215
	6. مسرد المصطلحات	218
	7. المراجع	219

الوحدة الأولى 1

النماذج الرياضية للبرمجة الخطية


UNIVERSITY OF SCIENCE & TECHNOLOGY
١٩٩٤م
١٤١٤هـ
وقل رب
زدني علماً
جامعة العلوم والتكنولوجيا

محتويات الوحدة

الموضـــــــوع	الصفحة
1. المقدمة	**10**
1.1 التمهيد	10
2.1 أهداف الوحدة	10
2. النموذج الرياضي للبرمجة الخطية	**11**
1.2 مجالات تطبيق البرمجة الخطية	11
2.2 خواص البرمجة الخطية في النموذج الرياضي	12
3.2 مثال : مشكلة تحقيق أقصى ربح	13
4.2 كتابة النموذج الخطي	14
5.2 النموذج الرياضي للمشكلة	15
6.2 حل البرنامج الخطي بيانياً	16
7.2 النقاط القصوى والحل الأمثل	25
8.2 مثال (2) : مشكلة تحقيق أدنى تكلفة	27
9.2 القيد المحكم والقيد غير المحكم	32
3. الخلاصة	**33**
4. لمحة مسبقة عن الوحدة الدراسة الثانية	**34**
5. إجابات التدريبات .	**35**
6. مسرد المصطلحات .	**38**
7. المراجع .	**39**

1. البرمجة الخطية

1.1 التمهيد :

عزيزي الدارس،

مرحباً بك في الوحدة الأولى من مقرر بحوث العمليات، و تدرس فيها النموذج الرياضي للبرمجة الخطية ومجالاته وخواص البرمجة الخطية لتحقيق أقصى كمية أو تقليل كمية وكذلك معرفة وجود القيود وأهدافها وتوضيح نقاط الحلول الممكنة في الرسم البياني والنقاط القصوى والحل الأمثل لمعرفة مشكلة تحقيق أدنى تكلفة .

ومن خلال متابعتك -عزيزي الدارس- للأمثلة التطبيقية والبيانية المجاب عنها ستقف على معرفة مشكلة تحقيق أدنى تكلفة إلى جانب الحالات التطبيقية المجاب عنها في هذه الوحدة والتدريبات في نهاية هذه الوحدة وسرد المصطلحات العلمية. فنقول لك أهلاً بك في هذه الوحدة ونرجو أن تكون مستمتعاً بدراستها، وأن تستفيد منها في الرسوم البيانية والجبرية، وأن تشاركنا في النقد والتقييم.

2.1 أهداف الوحدة:

عزيزي الدارس، بعد فراغك من دراسة هذه الوحدة ينبغي أن تكون قادراً على أن:

1. تعرف أهم مجالات تطبيق البرمجة الخطية وخواصها .
2. تكون قادراً على كتابة النموذج الخطي وحل النموذج الرياضي للمشكلة .
3. تعرف النقاط القصوى والحل الأمثل .
4. تميز بين القيد المحكم وغير المحكم .

1.3. المقدمة:

ظهر أسلوب البرمجة الخطية في القرن التاسع عشر 1873م.

عندما قدم هذا الأسلوب من قبل العالم كوردن ، وطور هذا الأسلوب عام 1947م من قبل العالم، دانتزاك كطريقة مبسطة أسميت بطريقة السمبلكس وبهذا التطور عرفت البرمجة الخطية على أنها أحدهم فروع البرمجة الرياضية التي تنقسم الى فرعين هما البرمجة الخطية والبرمجة غير الخطية وهنا في هذا المقرر الذي بين أيدينا سنقوم بدراسة الفرع الأول فقط (البرمجة الخطية) أما الفرع الآخر (غير الخطية) فأنه خارج نطاق هذا المقرر .

إن اسلوب البرمجة الخطية يعد أحد أهم اساليب بحوث العمليات وأكثرها انتشاراً واستخداماً نظراً لبساطتها واسهامها الكبير في حل كثيرمن المشاكل الإدارية والإنتاجية كاسلوب علمي ومنهجي بعيداً عن الإجتهادات والتخمينات والمحاولات والتجريب التي تؤدي الى هدر للوقت والجهد والمال.

إن كثير من المشاكل الإدارية والإنتاجية يتم حلها بأسلو ب البرمجة الخطية وخصوصاً تلك المشاكل المتعلقة بالإستخدام الأمثل للموارد المحدودة المتاحة في ظل ضروف يسودها خيارات كثيرة للوفاء بالهدف المرغوب، وتحت قيود كثيرة يجب الألتزام بها. ومن أهم المشاكل التي تعالجها البرمجة الخطية مايلي:

- مشكلة المزيج الانتاجي
- مشكلة المزيج الغذائي
- مشكلة المزيج الإعلاني
- مشكلة المزيج التسويقي، وغيرها من المشاكل التي يكون فيها الهدف هو إما تحقيق أعلى الأرباح أو تحقيق أدنى التكاليف أي عندما نكون بشكل عام نسعى لحل هذه المشكلة لنصل الى حل أمثل من بين مجموعة من الحلول المتاحة بهدف إما تعظيم الربح أو تقليل التكلفة .

ومما تقدم يمكن تعريف البرمجة الخطية كما يلي:

4.1 تعريفات البرمجة الخطية :

يقصد بكلمة برمجة التخطيط (تخطيط المشكلة)

ويقصد بكلمة خطية أن يكون هذا التخطيط نموذجاً رياضياً خطياً أي معادلات أو علاقات أو دوال رياضية خطية من الدرجة الأولى تمثل بخط مستقيم .

- البرمجة الخطية: هي طريقة أو أسلوب رياضي يساعد في الوصول الى الحل الأمثل.

- البرمجة الخطية أسلوب أو أداة أو طريقة تسهم في مساعدة المديرين على اتخاذ قرارات ادارية سليمة تتعلق بالإستخدامات المتاحة للموارد بهدف تحقيق أقصى (أعلى - أكبر) عائد ممكن أو بهدف تحقيق أدنى (أقل) تكلفة ممكنة.

- البرمجة الخطية : هي اسلوب علمي يهدف الى استخدام الموارد المتاحة المحدودة أفضل استخدام من أجل تحقيق هدف معين.

5.1 مجالات تطبيق البرمجة الخطية:

أ- الصناعة: لوضع جدول إنتاج وسياسة مخزون لمقابلة الطلب مستقبلاً .الحالة المثلى أن يقابل كل من الجدول والسياسة والطلب ،وفي الوقت ذاته تخفض تكاليف الإنتاج والمخزون إلى أقصى حد ممكن .

ب- التحليل المالي: حيث يحتاج المحلل المالي إلى اختيار سياسة استثمارية من بين عدة اختيارات، ويهدف المحلل هنا إلى اختيار السياسة التي تحقق أقصى عائد من الاستثمار.

ج- التسويق: قد يحتاج مدير التسويق إلى معرفة ما هي أفضل طريقة لتوزيع ميزانية الإعلان بين أنواع وسائل الإعلان المختلفة، مثل: الإذاعة والتلفزيون، والصحف والمجلات، ويهدف المدير هنا إلى تحديد المزيج الإعلاني الذي يحقق أعلى عائد من الإعلان.

د- توزيع البضائع ونقلها :لدى شركة مستودعات في عدة مواقع في الجمهورية اليمنية، ويقابل ذلك عدد من الزبائن الذين يطلبون بضائع تلك الشركة. وتهدف الشركة إلى معرفة كمية البضائع الواجب شحنها من كل مستودع إلى كل زبون بحيث تكون تكاليف النقل أقل ما يمكن .

هـ- قياس الكفاءة النسبية للوحدات الإدارية المتماثلة الأهداف :

كثيراً ما تحتاج الإدارة إلى مقارنة أداء فروع الشركة كما هو الحال في فروع البنك الواحد من حيث كفاءة الأداء، وقد تحتاج الدولة إلى قياس أداء المستشفيات أو المدارس، وذلك بهدف تشخيص أيها يستهلك مدخلات أكثر مما يحقق من مخرجات.

ومن ثم محاولة دراسة الأسباب ومعالجتها .ويتم ذلك عن طريق مقارنة مجموعة من مدخلات ومخرجات كل فرع بالنسبة لمجموع مدخلات ومخرجات وحدة وهمية تتكون مدخلاتها ومخرجاتها من مجموع مدخلات ومجموع مخرجات الفروع محل المقارنة. ويتم ذلك باستخدام البرمجة الخطية. هذه مجرد أمثلة قليلة للحالات التي تستخدم فيها البرمجة الخطية بنجاح ولكنها تعكس تعدد مجالات التطبيق .

6.1. المتطلبات والمستلزمات الأساسية لاستخدام اسلوب البر مجة الخطية:

1- وجود هدف مطلوب تحقيقة ، قد يكون الهدف هو تخفيض التكلفة وقد يكون الهدف هو تعظيم الربح.

2- وجود بدائل مختلفة للوصول الى الهدف.

3- الموادر المستخدمة يجب ان تكون محدودة .

4- وجود علاقة بين متغيرات المشكلة والتعبير عنها كدالة هدف، وكقيود بصورة متباينة أو معادلات خطية.



2. صياغة البرمجة الخطية :

يقصد بصياغة البرمجة الخطية ترجمة المشكلة المدروسة من الجانب النظري اللفظي الى نموذج رياضي خطي (صيغ رياضية بمتغيرات مختلفة) وقبل الشروع في عرض الصيغ نتذكر معاً متطلبات أو مكونات البرمجة الخطية فيمايلي :

1- متغيرات المشكلة والتي يرمز لها بالرمز $x_1, x_2, \ldots\ldots\ldots, x_n$ أو $x, y, z, \ldots\ldots$

2- هدف المشكلة تمثل في كثير من المشاكل زيادة أو تعظيم الانتاجية والارباح أو تقليل أو تصغير التكاليف ويعبر عن هذا الهدف رياضيا بدالة الهدف ويرمز لها بالرمز Z

3- القيود الهيكلية وتتمثل بالقيود التي يجب الالتزام بها في استخدامنا للموارد المتاحة لتحقيق الهدف يعبر عنه رياضياً بشكل متباينتان غالبا ما تكون $(\geq, \leq)$ أو قد تكون معادلة خطية (=)

ويكون القيد $\geq$ أكبر من أو يساوي عندما تكون دالة الهدف نهاية صغرى ويكون القيد $\leq$ أقل من اويساوي عندما تكون دالة الهدف نهاية عظمى ويكون القيد = معادلة في الحالتين لنعدام الهدف.

4 - القيود اللاسالبية والتي تعني ان جميع متغيرات المشكلة غير سالبة وتكتب على الصورة $x_1, x_2, \ldots\ldots\ldots x_n \geq 0$

وفيما يلي نورد الصيغة العامة للبرمجة الخطية ثم الصيغة القانونية لها وأخيراً الصيغةالقياسية لها.

1.2 الصيغة العامة :

دالة الهدف: $Max\ z\ or\ Min\ z = \sum_{i=1}^{n} C_i\, X_i$

$$\sum_{i=1}^{n} a_{ji}\, x_i \left\{ \begin{array}{l} \leq \\ \geq bi \\ = \end{array} \right. \quad \begin{array}{l} , i = 1,2,\ldots\ldots, n \\ , j = 1,2,\ldots\ldots, m \end{array}$$

تحت القيود :

حيث أن Z ترمز لدالة الهدف ، $Max\, Z$ تعني تعظيم دالة الهدف

، $Min\, Z$ تعني تصغير دالة الهدف

C_i تمثل التكاليف أو الربح أو الزمن أو الايرادات للوحدة الواحدة

x_i تسمى متغيرات القرار.

a_{ij} تسمى بالمعاملات الفنية .

b_j تعني الموارد المحدودة (الكميات المتاحة للاستخدام)

$\sum$ هو رمز للمجموع (يقرئ سجما)

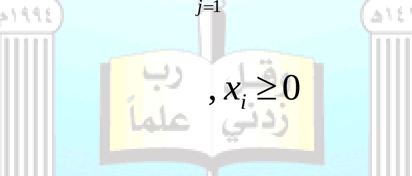
2.2 الصيغة القانونية :

1.2.2 الصيغة القانونية في حالة تعظيم دالة الهدف:

دالة الهدف $$Max\ z = \sum_{i=1}^{n} c_i \ x_i$$

تحت القيود : Subject to:

تسمى بالقيود الهيكلية $$\sum_{j=1}^{n} a_{ji}\ x_i \le b_j$$



تسمى بالقيود اللاأسالبية $$, x_i \ge 0$$

ملاحظة: يظهر في هذه الصيغة أن دالة الهدف هي دالة تعظيم أو تكبير $Max\ Z$

وأن جميع القيود الهيكلية تأخذ الإشارة $\le$ (أقل من أو تساوي)

وظهور القيود اللاسالبية والتي تعني أن جميع متغيرات القرار (x_i) دائماً تكون غير سالبة

أي $, x_i \ge 0$.

2.2.2 الصيغة القانونية في حالة تصغير أو تدنية دالة الهدف

دالة الهدف: $Min\ Z = \sum_{j=1}^{n} C_i\ X_i$

تحت القيود: Subject to:

القيود الهيكلية: $\sum_{i=1}^{n} a_{ij}\ x_i \geq b_j$

القيود اللاسالبية $, x_i \geq 0$

دالة الهدف تصغير: $Min\ \ Z$

القيود الهيكلية $\geq$ (أكبر من أو تساوي):

القيود اللاساليبية: $x_i \geq 0$

2.3 الصيغة القياسية :

في هذه الصيغة تكون دالة الهدف إما تكبير أو تصغير وتكون جميع القيود الهيكلية معادلة وليست متباينة أي تحول العلامة إلى =

وتكون القيود اللاساليبية كما هي دائماً $x_i \geq 0$

ويجب أن تكون b_j في الطرف الآخر للقيود غير سالبة ويكون الطرف الأيسر للقيود مضافاً إليها متغير جديد S_i تسمى متغيرات راكدة

مثال يوضح الصيغة القياسية :

$$Max\ Z = \sum_{i=1}^{n} C_i\ X_i$$

Subject to:

$$\sum_{i=1}^{n} a_{ij}\ x_i + s_j = b_j$$

$$, x_i \geq 0$$

وفي حالة أن دالة الهدف تصغير أي عندما

$$Min\ Z = \sum_{i=1}^{n} C_i\ X_i$$

$$s,t \sum_{i=1}^{n} a_{ij}\ x_i - s_j = b_j$$

$$,x_i \geq 0$$

حيث S_i متغير راكد وهي متغيرات وهمية غير سالبة أي $S_i \geq 0$,

2.4 تحويل الصيغة العامة الى الصيغة القانونية:

- يتم تحويل $Min\ Z$ الى $Max\ Z$ والعكس

بضرب Z في سالب واحد .

$$\Rightarrow Max\ Z = Min\ Z\ (-1)$$

- يمكن تحويل القيد أكبر من أو يساوي $\geq$ إلى أصغر من أو يساوي $\leq$ بضرب القيد في (-1)

$$\Rightarrow \sum_{i=1}^{n} a_{ji}\ x_i \geq b_j \longrightarrow -\sum_{i=1}^{n} a_{ji}\ x_i \leq -b_j$$

- يمكن تحويل القيد = إلى قيدين من النوع $\leq$ كما يلي:

$$\sum_{i=1}^{n} a_{ji}\ x_i\ = b_j \longrightarrow \begin{cases} \sum a_{ji}\ x_i \leq b_j \\ -\sum_{i=1}^{n} a_{ji}\ x_i \leq -b_j \end{cases}$$

مما تقدم يمكن تلخيص صيغتي التعظيم والتدنئة كما يلي :

أولاً نموذج تعظيم الارباح أو زيادة الانتاجية:

الشكل العام للنموذج:

دالة الهدف $Max\quad Z = c_1x_1 + c_2x_2 + ... + c_nx_n$

حيث $c_1, c_2, ...c_n$ **مقادير ثابتة (تكاليف – أرباح ، ...)**

القيود الهيكلية

$$\left.\begin{aligned} a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots\dots\dots + a_{1n}x_n &\le b_1 \\ a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots\dots\dots + a_{2n}x_n &\ge b_2 \\ . \quad\quad . \quad\quad\quad\quad . \quad &\quad . \\ . \quad\quad . \quad\quad\quad\quad . \quad &\quad . \\ a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \dots\dots\dots + a_{mn}x_n &\le b_m \end{aligned}\right\}$$

حيث $b_1, b_2, \dots\dots b_m$ مقادير ثابتة (الموارد المتاحة)

$a_{11}, a_{12}, \dots\dots, a_{mn}$ المعاملات الفنية

القيود اللاسالبية $\left.x_1, x_2, \dots\dots x_n \ge 0\right\}$

ملاحظة: الدالة (دالة الهدف) نهاية عظمى هذا يعني أن القيود الهيكلية متباينات = اشارتها $\le$ اقل من أو تساوي .

ثانياً تصغير او تقليل التكاليف:

الشكل العام للنموذج: دالة الهدف : $Min \quad Z = c_1x_1 + c_2x_2 + \dots\dots\dots + c_nx_n$

حيث $c_1, c_2, \dots\dots c_n$ مقادير ثابتة

القيود الهيكلية

$$\left.\begin{aligned} a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n &\ge b_1 \\ a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2n}x_n &\ge b_2 \\ . \quad\quad . \quad\quad\quad\quad . \quad &\quad . \\ . \quad\quad . \quad\quad\quad\quad . \quad &\quad . \\ a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \dots + a_{mn}x_n &\ge b_m \end{aligned}\right\}$$

حيث أن b_1, b_2 مقادير ثابتة

القيود اللاسالبية $\left.x_1, x_2, \dots\dots, x_n \ge 0\right\}$

ملاحظة: الدالة (دالة الهدف) نهاية صغرى هذا يعني أن القيود الهيكلية متباينات اشارتها $\ge$ أكبر من أو تساوي.

مصنع جلود يرغب في إنتاج نوعين من حقائب اليد النسائية حقيبة عادية و حقيبة ممتازة، بسعر منافس للأنواع المماثلة في السوق وبعد دراسة جيدة لمراحل إنتاج هذه الحقائب اتضح أن إنتاج الحقيبة الواحدة من كل نوع يتطلب المراحل الآتية :

	القص والصبغ	الخياطة	التشطيب	الفحص
حقيبة عادية	7/10	1/2	1	1/10
حقيبة ممتازة	1	5/6	2/3	1/ 4
الطاقة المتوافرة	630	600	708	135

وكان الوقت اللازم لأنتاج كل نوع في كل مرحلة والطاقة المتاحة المتوفرة بالساعة موضحة كما في الجدول السابق وبعد الدراسة قررت إدارة المصنع سعر البيبع بحيث تربح الحقيبة العادية 10 ريال وتربح الحقيبة الممتازة 9 ريال.

الحل :

نلاحظ من الصياغة النظرية للمشكلة في المثال مايلي:

- المصنع يريد انتاج نوعين من الحقائب (عادية ، ممتاز)

إذاً المشكلة هنا هي مشكلة مزيج انتاجي من الحقائب العادية والممتازة ونريد اتخاذ قراراً سليماً حول كم ننتج من الحقائب العادية وكم ننتج من الحقائب الممتازة ؟ أي أن متغيرات القرار هنا هي الحقائب العادية والحقائب الممتازة ونرمز لها بالرمز X_1 ، X_2 على الترتيب

$$\Rightarrow x_i = x_1, x_2$$

- المصنع يريد أن ينتج من X_1 بحيث يربح بعدالوحدة الواحدة منه 10 ريال
  ويريد أن ينتج من X_2 بحيث يربح بعد الوحدة الواحدة منه 9 ريال

هذا يعني أن المصنع يهدف الى أعلى ربح ممكن أي أن دالة الهدف ستكون هي تعظيم الأرباح

إذاً دالة الهدف Max z

وأن الأرباح هي:

$$c_i = c_1, c_2 \Rightarrow c_i = 10, 9$$

- إذاً يمكن صياغة دالة الهدف كما يلي:

$$Max\,Z = \sum_{i=1}^{n} C_i\, X_i \Rightarrow Max\,Z = \sum_{i=1}^{2} C_i\, X_i$$

$$\Rightarrow Max\,Z = C_1 X_1 + C_2 X_2 \Rightarrow Max\,Z = 10X_1 + 9X_2$$

- تلاحظ أن انتاج المزيج من X_1، X_2 بهدف الوصول الى أعلى ربح ممكن مقيد بما يلي:

1- انتاج الوحدة الواحدة من X_1 تحتاج الى $\frac{7}{10}$ ساعة في مرحلة الفحص والصبغ

وانتاج الوحدة الواحدة من X_2 تحتاج الى 1 ساعة في نفس المرحلة وأن الطاقة الزمنية الإجمالية في هذه المرحلة لا تزيد عن 630 ساعة.

وهذا يعني أن انتاج X_1، X_2 في هذه المرحلة تكون كما يلي:

$\frac{7}{10}x_1 + x_2 \le 630$ هذا هو القيد الأول (قيد الفحص والصبغ)

2- انتاج الوحدة الواحدة من X_1 تحتاج إلى $\frac{1}{2}$ ساعة في مرحلة الخياطة

وانتاج الوحدة الواحدة من X_2 تحتاج إلى $\frac{5}{6}$ ساعة في نفس المرحلة

وأن الطاقة الزمنية الإجمالية في هذه المرحلة لا تزيد عن 600 ساعة

وهذا يعني ان انتاج المزيج من X_1، X_2 في هذه المرحلة يكون كما يلي:

$\frac{1}{2}x_1 + \frac{5}{6}x_2 \le 600$ وهذا هو القيد الثاني (قيد الخياطة)

وهكذا باقي المراحل قيودها كما يلي:

3 - $1x_1 + \frac{2}{3}x_2 \le 708$ القيد الثالث (قيد التشطيب)

4- $\frac{1}{10}x_1 + \frac{1}{4}x_2 \le 135$ القيد الرابع (قيد الفحص)

بهذا نكون قد صغنا مشكلة المثال صياغة برمجة خطية عامة نلخصها كما يلي:

دالة الهدف $Max Z = 10X_1 + 9X_2$

تحت القيود S.t:

القيود الهيكلية

$$\left.\begin{aligned} &\frac{7}{10}x_1 + x_2 \le 630 \\ &\frac{1}{2}x_1 + \frac{5}{6}x_2 \le 600 \\ &1x_1 + \frac{2}{3}x_2 \le 708 \\ &\frac{1}{10}x_1 + \frac{1}{4}x_2 \le 135 \end{aligned}\right\}$$

ثم نضيف القيود اللا سالبية $x_1, x_2 \ge 0$،

3. حل البرمجة الخطية :

هناك أكثر من طريقة لحل البرنامج الخطي أهمها :

أ- الحل بيانياً.

ب- الحل جبرياً بطريقة السمبلكس .

ج- طريقة كار ماركر karmarkar .

وسنناقش الطريقة الأولى بالتفصيل فيما يأتي على أن نخصص الوحدة الثانية للحل بطريقة السمبلكس، ولن نتعرض لطريقة karmarkar لحداثتها نسبياً على الرغم من أنها لا تعد فتحاً جديداً في عالم البرمجة الخطية .

1.3 حل البرنامج الخطي بيانياً :

تعد هذه الطريقه من أسهل طريق الحل، ولكن عيبها أنه لا يمكن استخدامها لحل مشكلات تتضمن أكثر من متغيرين . ولتوضيح هذه الطريقة سنقوم بحل المثال السابق رقم (1) موضحين فيها طريقة الحل بالتفصيل.

مثال (2) لمشكلة أو نموذج تحقيق اقصى ربح:

مصنع جلود يرغب في إنتاج نوعين من حقائب اليد النسائية حقيبة عادية و حقيبة ممتازة، بسعر منافس للأنواع المماثلة في السوق وبعد دراسة جيدة لمراحل إنتاج هذه الحقائب اتضح أن إنتاج الحقيبة الواحدة من كل نوع يتطلب المراحل الآتية :

	القص والصبغ	الخياطة	التشطيب	الفحص
حقيبة عادية	7/10	1/2	1	1/10
حقيبة ممتازة	1	5/6	2/3	1/ 4
الطاقة المتوافرة	630	600	708	135

وكان الوقت اللازم لأنتاج كل نوع في كل مرحلة والطاقة المتاحة المتوفرة بالساعة موضحة كما في الجدول السابق وبعد الدراسة قررت إدارة المصنع سعر البيبع بحيث تربح الحقيبة العادية 10 ريال وتربح الحقيبة الممتازة 9 ريال.

الحل:

خطوات الحل:

- الخطوة الأولى : تحديد النتغيرات وصياغة النموذج

نحن أمام مشكلة هدفها تعظيم الربح وعليه فإن:

1- متغيرات المشكلة هي :

x_1= عددالحقائب العادية

x_2 = عدد الحقائب الممتازة

وأن ربح المصنع سيأتي من مصدرين هما :

ربح انتاج x_1 من الحقائب العادية = $10x_1$ (الكمية المنتجة من x_1 مضروبة في ربح الوحدة الواحدة من x_1)

ربح انتاج x_2 من الحقائب الممتازة = $9x_2$ (الكمية المنتجة من x_2 مضروبة في ربح الوحدة الواحدة من x_2)

وعليه يكون الربح الكلي من انتاج x_1، x_2 هو مجموع ربح x_1، x_2 ونرمز له بالرمز Z .

أي أن Z (مجموع ربح انتاج x_1، x_2)

وهي دالة الهدف

إذاً $Z = 10x_1 + 9x_2$

2- دالة الهدف : تكتب كما يلي : $Max \quad Z = 10x_1 + 9x_2$ حيث أننا نسعى دائماً الى تعظيم الربح .

3- القيود الهيكلية:

حيث إنّ الوقت المتوافر للإنتاج محدود ، وكل حقيبة تمر بأربع مراحل إنتاجية إذن نتوقع وجود أربعة قيود تحدد عدد الحقائب الممكن إنتاجها .

إذاً القيود ستكتب كما يلي:

- قيد القص والصباغة :

نلاحظ من بيانات الإنتاج أن كل حقيبة عادية تحتاج إلى $\frac{7}{10}$ ساعة وكل حقيبة ممتازة تحتاج الى (1) ساعة بطاقة قصوى (متاحة) هي 630 ساعة .

اذاً القيد الأول (قيد الوقت اللازم للقص الصياغة هو: $\frac{7}{10}x_1 + 1x_2 \le 630$

وهكذا يتم كتابة باقي القيود ونلخصها كما يلي:

القيود الهيكلية

قيد الوقت اللازم للقص والصباغة: $\frac{7}{10}x_1 + x_2 \le 630$

قيد الخياطة : $\frac{1}{2}x_1 + \frac{5}{6}x_2 \le 600$

قيد التشطيب: $x_1 + \frac{2}{3}x_2 \le 708$

$\frac{1}{10}x_1 + \frac{1}{4}x_2 \le 135$

قيد التغليف:

حيث $x_1, x_2 \geq 0$ **القيود اللاسالبية**

4- صياغة النوذج : (تلخيص للفترتين السابقتين 3،2)

يمكن تلخيص النموذج الرياضي كما يلي: د الة الهدف $Max \quad Z = 10x_1 + 9x_2$

بشرط أن: s.t:

$$\frac{7}{10}x_1 + x_2 \leq 630$$

$$\frac{1}{2}x_1 + \frac{5}{6}x_2 \leq 600$$

$$x_1 + \frac{2}{3}x_2 \leq 708$$

$$\frac{1}{10}x_1 + \frac{1}{4}x_2 \leq 135$$

$$x_1, x_2 \geq 0$$

الخطوة الثانية:

هي حل هذا النموذج وهذا يعني ايجاد قيم x_1, x_2 (الربح الانتاجي) التي تجعل قيمة Z أكبر مايمكن تحت القيود السابقة.

ومن اجل ذلك يتم حل هذا النموذج بأكثر من طريقة ومن اهم هذه الطرق مايلي:

أ- الحل بيانياً.

ب- الحل بطريقة السمبلكس .

ج- طريقة كار ماركر karmarkar (خارج نطاق هذا الكتاب)

سنكتفي باستخدام الطريقة (أ) في هذه الوحدة والطريقة (ب) في الوحدة الثانية .

حل البرنامج الخطي بيانياً:

(لاتصلح هذه الطريقة إلا في حالة وجود متغيرين للمشكلة فقط)، وتكون خطوات الحل كما يلي:

- نرسم القيد الأول:

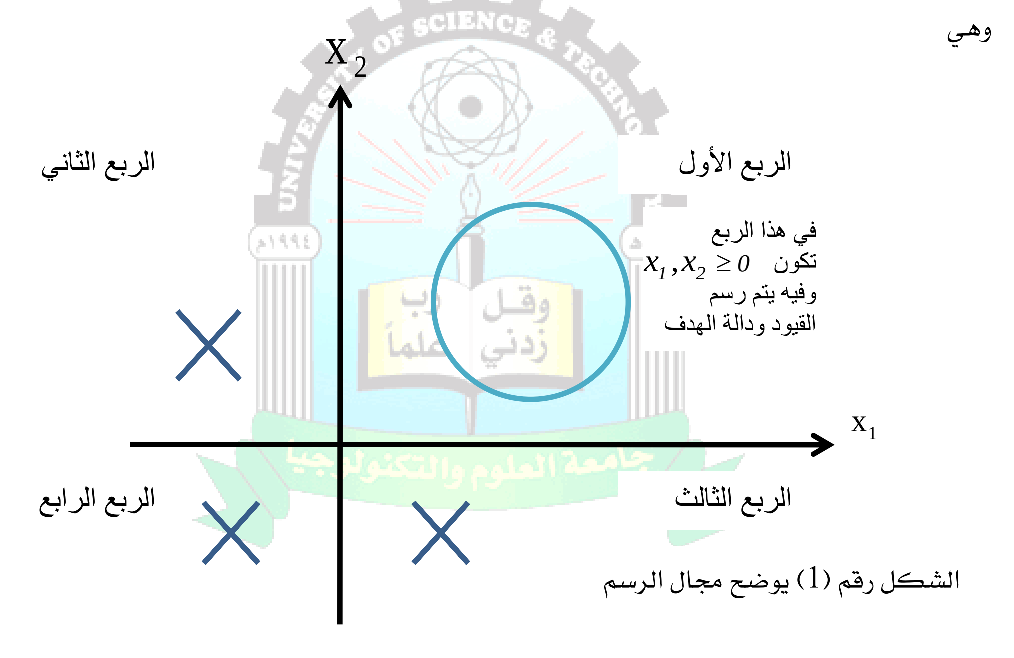
تحويل القيد الأول من متباينه الى معادله كما يلي $\frac{7}{10}x_1 + x_2 = 630$

يتم رسم هذه المعادله على مستوى ثنائي الابعاد x_1,x_2 بحيث يمثل x_1 المحور الافقي ، x_2 تمثل المحور الرأسي كما في الشكل المقابل رقم واحد .

وحيث القيود اللاسالبيه $x_1,x_2 \geq 0$

فهي تفيد أن الرسم على الربع الموجب كما في الشكل رقم (1):

ومن اجل رسم المعادله السابقة نجد أنها معادله من الدرجة الاولى يكفي لرسمها معرفة نقطتين فقط وهما نقطة تقاطع خط المعادلة مع المحور x_1 وهي $(0,x_2)$ ونقطة تقاطع خط المعادلة مع المحور x_2 وهي $(x_1,0)$ وهي



الشكل رقم (1) يوضح مجال الرسم

من أجل رسم هذا القيد نكون الجدول التالي الذي يظهر قيم x_1، x_2 وبفرض أن $x_1 = 0$

نعوض بهذه القيمة في القيد الأول فتكون معادلة القيد الأول هي : $\frac{7}{10}(0) + x_2 = 630$

$\Rightarrow x_2 = 630$

وتوضع هذه القيمة في الجدول مقابل x_2

ثم نفرض أن $x_2 =$

فنعوض في المعادلة كما يلي:

$$+ x_1 + \frac{7}{10}(0) = 630$$

$$x_1 \frac{7}{10} \Rightarrow = 630$$

$$\Rightarrow x_1 = 630 \times \frac{10}{7}$$

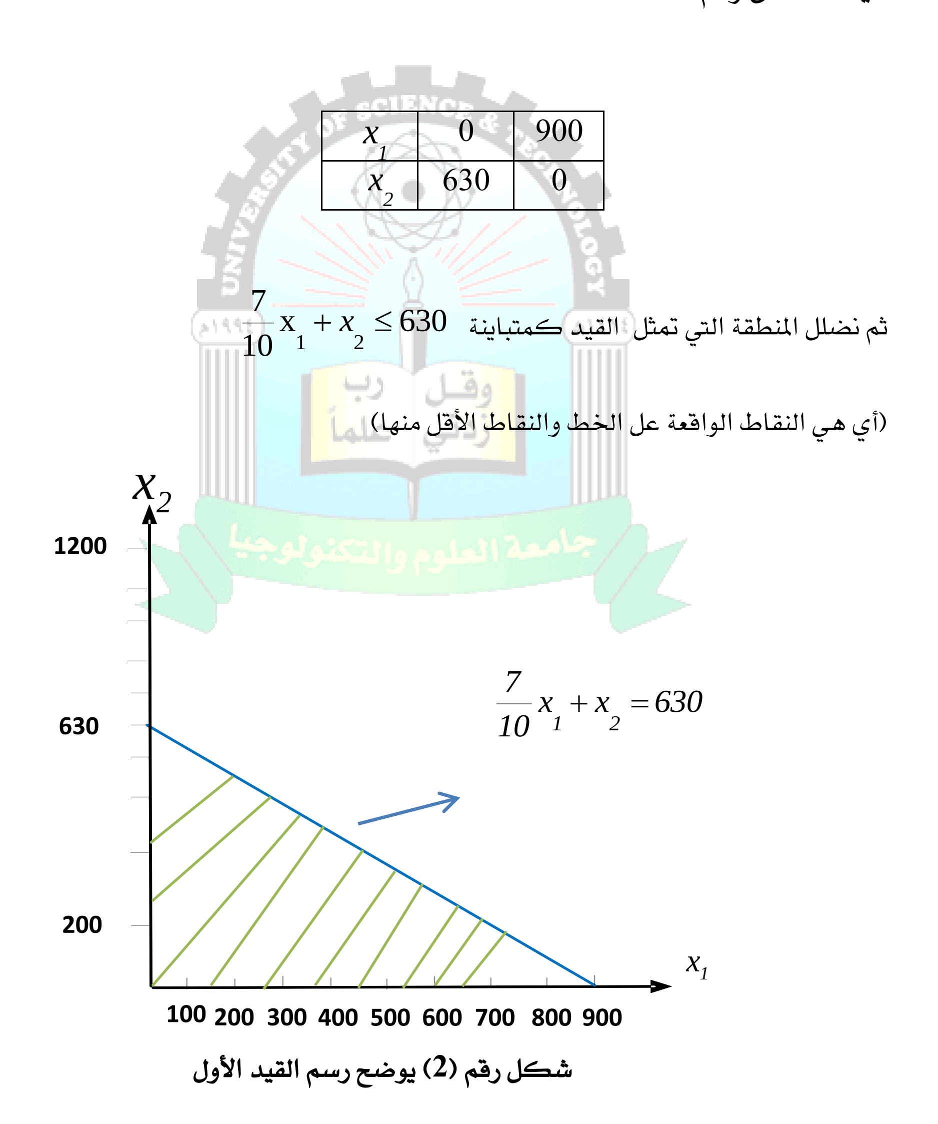
$$\Rightarrow x_1 = 900$$

ثم نوضح في الجدول مقابل x_1 بعد استكمال الجدول بالقيم نقوم برسم معادلة القيد الأول كما في الشكل رقم (2).

x_1	0	900
x_2	630	0

ثم نضلل المنطقة التي تمثل القيد كمتباينة $\frac{7}{10}x_1 + x_2 \leq 630$

(أي هي النقاط الواقعة عل الخط والنقاط الأقل منها)



شكل رقم (2) يوضح رسم القيد الأول

من أجل رسم هذا القيد نكون الجدول التالي الذي يظهر قيم x_1، x_2 وبفرض أن $x_1 = 0$

نعوض بهذه القيمة في القيد الأول فتكون معادلة القيد الأول هي : $\frac{7}{10}(0) + x_2 = 630$

$\Rightarrow x_2 = 630$

وتوضع هذه القيمة في الجدول مقابل x_2

ثم نفرض أن = x_2

فنعوض في المعادلة كما يلي:

$$+ x_1 + \frac{7}{10}(0) = 630$$

$$x_1 \frac{7}{10} \Rightarrow = 630$$

$$\Rightarrow x_1 = 630 \times \frac{10}{7}$$

$$\Rightarrow x_1 = 900$$

ثم نوضح في الجدول مقابل x_1 بعد استكمال الجدول بالقيم نقوم برسم معادلة القيد الأول كما في الشكل رقم (2).

(والنقاط الأقل منها)

(لاحظ من الرسم أن الشكل الذي يمثل المعادلة $\frac{7}{10} x_1 + x_2 = 630$ هو الخط المستقيم فقط وأن الشكل الذي يمثل المتباينة $\frac{7}{10} x_1 + x_2 \leq 630$ هو الخط المستقيم والمنطقة والتي تقع تحت هذا الخط (المنطقة المضللة) .

أي أن نقاط حل هذه المتباينة (القيد الأول) هن جميع النقاط في هذه المنطقة.

وهكذا يتم رسم القيد الثاني والثالث والرابع بنفس الطريقة

رسم القيد الثاني : $\frac{1}{2} + x_1 \frac{5}{6} 600 \geq x_2$

بنفس الطريقة التي رسم بها القيد الأول فتكون نقاط رسم القيد الثاني كما في الجدول

إذاً نقاط رسم القيد الثاني كما في الجدول التالي:

x_1	0	1200

x_2	720	0

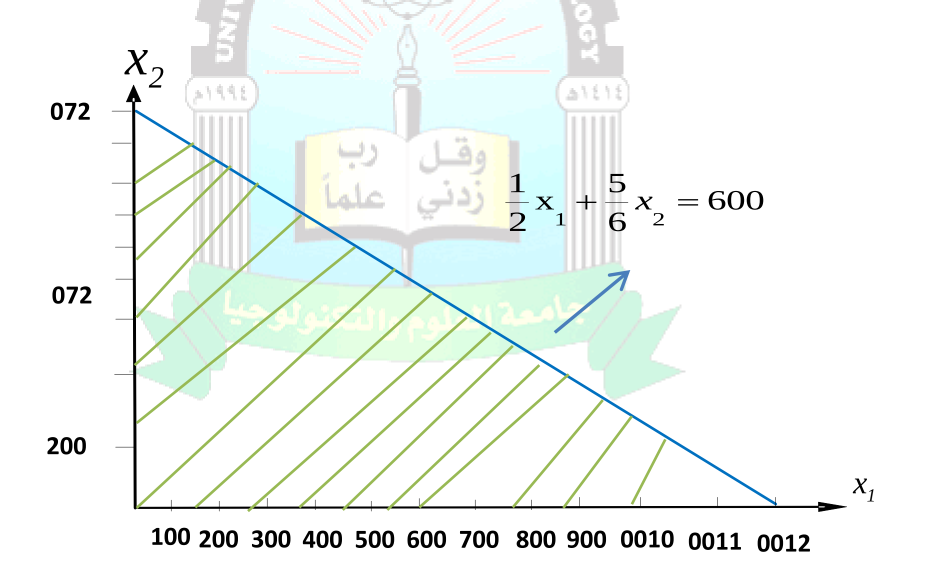
بفرض $x_1 = 0$ إذاً: $\frac{1}{2}(0) + x_2\frac{5}{6} \le 600$ إذاً: $x_2 = 600 \times \frac{6}{5}$

إذاً: $x_2 = 720$ ، بفرض $x_2 = 0$ إذاً: $\frac{1}{2}(x_1) + (0)\frac{5}{6} = 600$

إذاً: $x_1 = 600\ \frac{1}{2}$

إذاً: $x_1 = 600$

ثم نرسم القيد كمعادلة ثم نضلل الرسم كمتباينة كما عملنا في رسم القيد الأول الشكل رقم (3) يوضح ذلك .

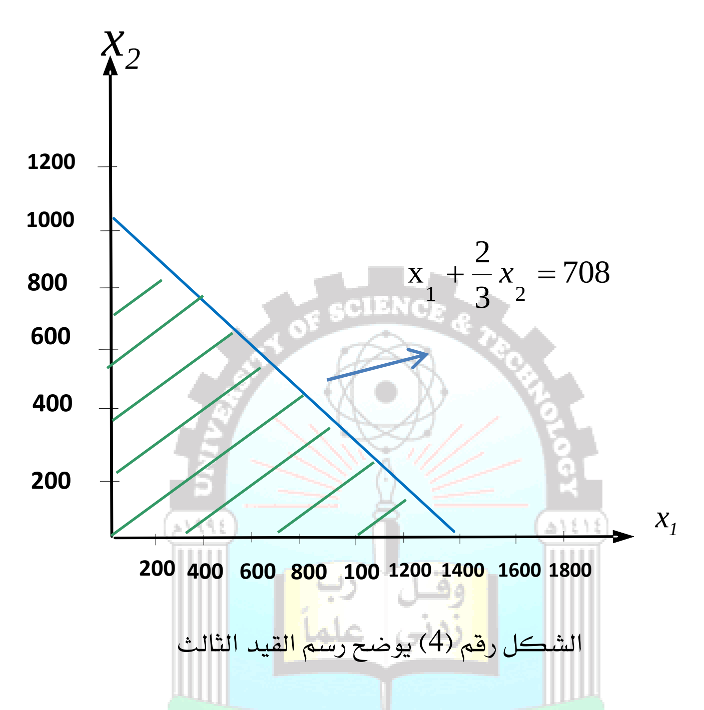


شكل رقم (3) يوضح رسم القيد الثاني

وبنفس الطريقة يكون رسم القيد الثالث والرابع حيث ستكون نقاط رسم القيد الثالث كما في الجدول التالي: $x_1 + \frac{2}{3}x_2 = 708$

x_1	0	708
x_2	1062	0

ثم نرسمه بنفس الطريقة السابقة الشكل رقم (4) يوضح ذلك



الشكل رقم (4) يوضح رسم القيد الثالث

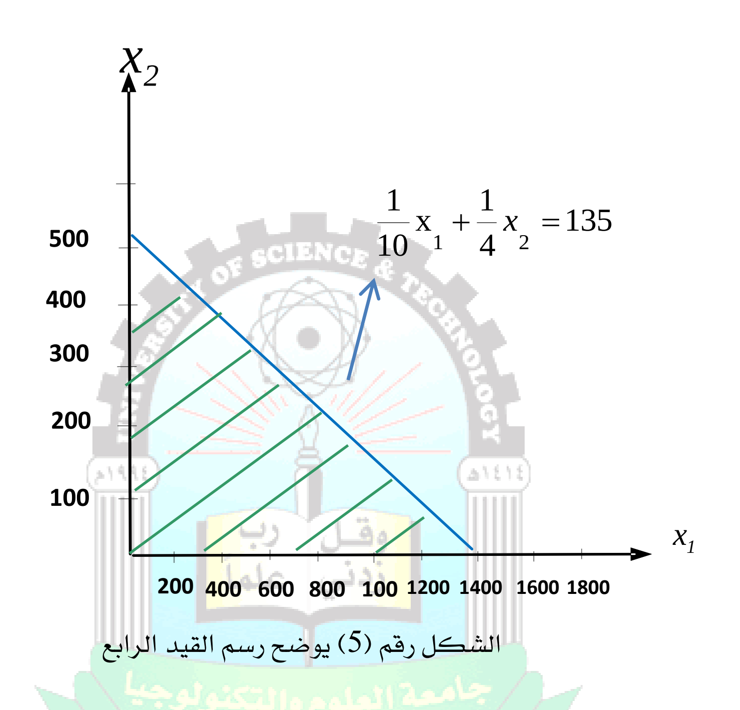
ونقاط القيد الرابع كما في الجدول التالي:

$$\frac{1}{10}x_1 + \frac{1}{4}x_2 = 135$$

x_1	0	1350
x_2	540	0

ثم نرسمه بنفس الطريقة السابقة

فيما سبق قمنا برسم كل قيد على حده وذلك فقط لتوضيح كيفية الرسم ولكن من اجل حل النموذج يتم رسم جميع القيود في شكل بياني واحد باستخدام نقاط كل قيد كما في الشكل التالي الذي يوضح منطقة الحلول الممكنه والحلول الاساسية والحل الامثل.



الشكل رقم (5) يوضح رسم القيد الرابع

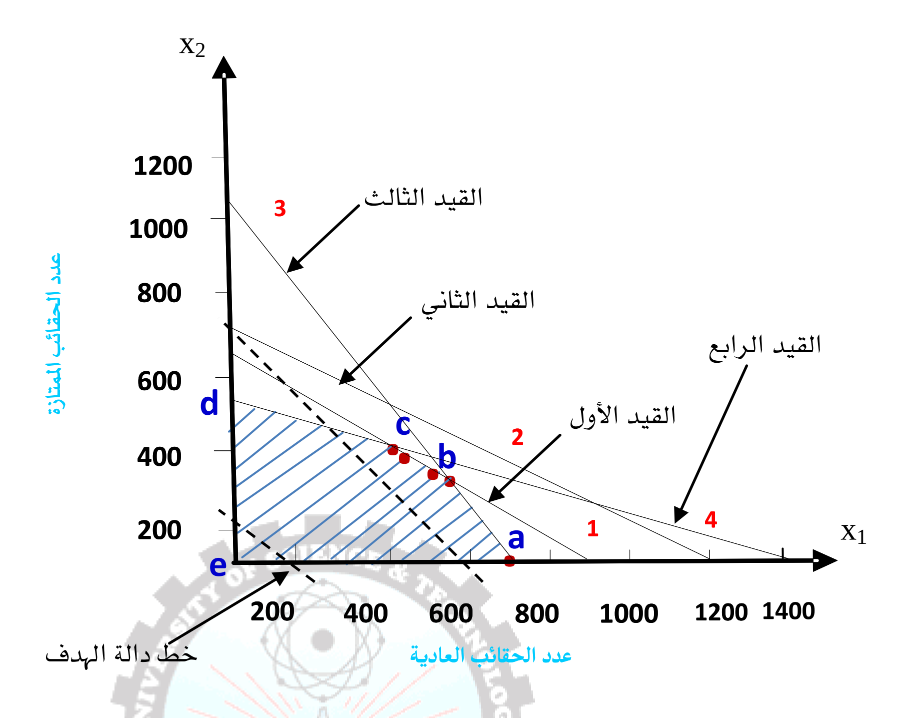
ملاحظة : جميع الخطوط مضلل ما تحتها وما ظهر على الرسم فقط هو التظليل المشترك الموضح في الرسم والمحدد بالنقاط a b c d e (منطقة التظليل المشتركة) وهي هدفنا في احل البياني .

نلاحظ من الشكل رقم (6) مايلي:

1 - المنطقة المظلله a b c d e هي منطقة الحلول الممكنه وهي منطقة مشتركه من تظليل كل قيد أي أن كل نقطة في هذه المنطقة تعطي حل ممكن لهذه المشكله

2- النقاط الطرفيه في هذه المنطقة a b c d e تسمى نقاط الحل الأساسي.

3- إحدى نقاط الحل الاساسي تمثل نطقة الحل الامثل وهذا هو ما نهدف إليه.



الشكل رقم (6) يوضح رسم القيود ودالة الهدف

نقاط القيد الأول والثاني والثالث والرابع كما هي موضحة في الجداول المقابلة

$$\frac{7}{10} x_2 + x_2 \leq 630$$

x_1	0	900
x_2	630	0

$$x_2 \leq 650 \frac{5}{6} x_1 + \frac{1}{2}$$

x_1	0	1200
x_2	720	0

$$x_2 \leq 703 \frac{2}{3} x_1 +$$

x_1	0	703
x_2	1062	0

$$x_2 \le 135\frac{1}{4}\ x_1 + \frac{1}{10}$$

x_1	0	1350
x_2	540	0

$400 = 10x_1 + 9x_2$ دالة الهدف

x_1	0	180
x_2	200	0

ستقوم هنا برسم القيود والأربعة على شكل واحد فقط ومن أجل تدريج المحور x_1 نلاحظ أن أعلى قيمة يأخذها x_1 هي 1350 وعليه يمكن تقسيم المحور الأفقيx_1 بأن نبدأ التقسيم من القيمة 200 إلى أن تصل إلى أعلى قيمة 1400 كما هي واضحة ي الشكل رقم (6) ومن أجل تدريج المحور x_2 فإن نبدأ التقسيم من القيمة 200 إلى أن نصل إلى أعلى قيمة 1400 كما هي واضحة في الشكل رقم (6) ومن أجل تدريج المحور x_2 فإن أعلى قيمة لـx_2 هي 1068 إذاً يمكن البدء بالتدريج بنفس القيمة 200 حتى القيمة 1200كما هو واضح في تقسيم الشكل .

الخطوة التالية هي توضيح نقاط كل قيد على الشكل (رسم خط معادلة القيد وتضليل متباينة) لاحظ من الرسم والتضليل أن هناك منطقة مشتركة في التضليل وهي المنطقة المحددة بالنقاط a b c d وهي منطقة الحل المشترك لجميع القيود الأربعة.

كيف تصل نقطة الحل الأمثل من بين خمس نقاط حل أساسي a b c d e

للوصول الى نقطة الحل الامثل من بين نقاط الحلول الاساسية (a b c d e) فإنه يجب علينا معرفة إحداثيات كل نقطه من هذه النقاط ثم نعوض بها في داله الهدف فإذا كانت احداثيات هذه النقطة تعطي اكبر قيمة لدالة الهدف (z) فإن احداثيات هذه النقطة تمثل الحل الامثل لهذه المشكله

فمثلاً احداثيات النقطة a هي $(708,0) = (x_1, x_2)$ واضحة من خلال الرسم

وأن احداثيات النقطة e هي $(0,0) = (x_1, x_2)$ واضحة من خلال الرسم

وكذلك احداثيات النقطة d هي $(0,540)=(x_1,x_2)$ واضحة من خلال الرسم

أما بالنسبة لأحداثيات النقطة c،b فقد تكون واضحة من خلال الرسم إذا ما كان الرسم دقيقاً لدرجة كبيرة، بعد تحديد هذه الاحداثيات لكل نقطة بواسطة الرسم يتم التعويض عنها في داله الهدف

- احداثيات النقطه a هي $x_1=708$, $x_2=0$ فتكون داله الهدف هي $Z=10(708)+9(0)$

إذاً احداثيات النقطه a اعطت قيمة لداله الهدف هي 7080 $\Rightarrow Z=7080$

- أما احداثيات النقطة e هي $x_1=0$, $x_2=0$ $\therefore$ $Z=10(0)+9(0)$

$\therefore$ $Z=0$

- أما احداثيات النقطة d هي $x_1=0$, $x_2=540$ تكون $Z=10(0)+9(540)=4860$

- أما احداثيات النقطة b هي $x_1=540$, $x_2=252$ تكون

$Z=10(540)+9(252)=5400+2268=7668$

أما احداثيات النقطة c هي $x_1=300$, $x_2=420$ (حددناها من خلال الرسم طالما كان الرسم دقيق)

تكون $Z=10(300)+9(400)=6780$

وعليه فإن النقطة التي احداثياتها اعطت اكبر قيمة لداله الهدف Z هي نقطه الحل الامثل وعليه فإن أعلى قيمه لـ Z هي 7668 التي تعطيها النقطة b

إذاً b هي نقطة الحل الامثل

هذا يعني أن الحل الامثل هو انتاج x_1 = 540 حقيبة عادية وانتاج x_2 =252 حقيبة ممتازة من اجل الحصول على أعلى ربح يبلغ 7668

طريقة اخرى لتحديد نقطة الحل الامثل وذلك باستخدام خط دالة الهدف أي يرسم دالة الهدف كما يلي :

نفرض أن الربح 1800 ريال فتكون دالة الربح (الهدف):

$$\Rightarrow Z=1800$$

$$\Rightarrow 1800=10x_1+9x_2$$

هذا الفرض هو حاصل ضرب أمثال x_1,x_2 في دالة الهدف $10(9*10)$ أو $20(9*10)$ طريقتين أن يرسم خط دالة الهدف بداخل منطقة الحلول المشتركة، ثم نقوم برسم معادلة دالة الهدف بنفس الطريقة التي تم بها رسم معادلة القيود وعليه فإن الجدول التالي يوضح نقاط خط دالة الهدف كما يلي:

ثم نرسم هذه المعادلة كما في الشكل:

x_1	0	1800

	200	0

x_2

ثم نقوم بتوقيع هذه النقاط على الشكل السابق رقم (6) فنحصل على خط دالة الهدف الموضح في الرسم الشكل الجديد رقم (7) التالي والذي يمثل رسم القيود وخط دالة الهدف (خط دالة الهدف على الرسم هو الخط المتقطع) .

بتحريك خط دالة الهدف بشكل متوازي باتجاه نقطة الأصل (e) فإن أبعد نقط من نقاط الحل الأساسية يلامسها هذا الخط تكون هي نقطة الحل الأمثل ومن الرسم نلاحظ أن أبعد نقطة يلامسها خط دالة الهدف هي النقطة b، إذاً b هي نقطة الحل الأمثل ومن الرسم توجد إحداثياتها وسبق وإن حددت بـ: $x_1 = 540$، $x_2 = 252$ التي عندها تكون قيمة دالة الهدف أعلى ما يمكن : $Z=7668$.

إذاً: الحل الأمثل هو $x_1 = 540$ ، $x_2=252$ ، $Z= 7668$.

غالباً ما يكون رسم القيود ودالة الهدف غير دقيق (تقريبي) وهذا يؤدي إلى صعوبة في تحديد إحداثيات نقاط الحل الأساسي كتحديد إحداثيات النقطة b، c في مثالنا السابق في هذه الحالة دائماً ما نلجأ إلى إيجاد الإحداثيات جبرياً أي باستخدام الطرق الجبرية التي تعلمناها في دراستنا لمرحلة الإعدادية والثانوية من هذه الطرق طريقة الحذف وطريقة التعويض والمحددات وهي طرق حل معادلة خطية.

سنلجئ هنا لأحد هذه الطرق في إيجاد إحداثيات النقطة b، c كما يلي:

لاحظ النقطة b هي نقطة تقاطع خط القيد الثالث وخط القيد الأول.

إذاً بحل معادلتي القيد الأول والثالث جبرياً باستخدام طريقة الحذف يكون الحل كما يلي:

خط القيد الأول هي: $\frac{7}{10}x_1 + x_2 = 630$ نوجد مثال x_1، x_2 .

خط القيد الثالث هي: $x_1 + x_2 = 708\frac{2}{3}$

إذاً: نوجد أمثال x_1، وذلك بضرب المعادلة الأولى بـ $\frac{10}{7}$ فتصبح: $\frac{6300}{7} + \frac{16}{7}x_1 = x_2$

وبطرحها من المعادلة الثانية : $x_1 + x_2 = 708\frac{2}{3}$

(ملاحظة: الحل الأمثل هو أحد نقاط منطقة الحلول المشتركة والتي تقع دائماً على حدود هذه المنطقة التي سميناها بنقاط الحل الأساسي)

$$x_2 = \frac{10}{7}x_1 + \frac{6300}{7}$$

$$x_2 = 708\frac{2}{3}x_1 +$$

$$\Rightarrow x_1 - x_1 + \frac{10}{7}X_2 - \frac{2}{3}X_2 = \frac{6300}{7} - 708$$

$$\Rightarrow \frac{30x_2 - 14x_2}{21} = \frac{6300 - 4956}{7}$$

$$\Rightarrow \frac{16x_2}{21} = \frac{1344}{7}$$

$$\Rightarrow \frac{16}{21}x_2 = 192$$

$$\Rightarrow x_2 = 192\left(\frac{21}{16}\right)$$

$$\Rightarrow x_2 = 252$$

بالتعويض بطريقة x_2 في أحد المعادلتين ولتكن المعادلة الثانية:

$$\Rightarrow x_2 = \frac{2}{3}(252) = 708$$

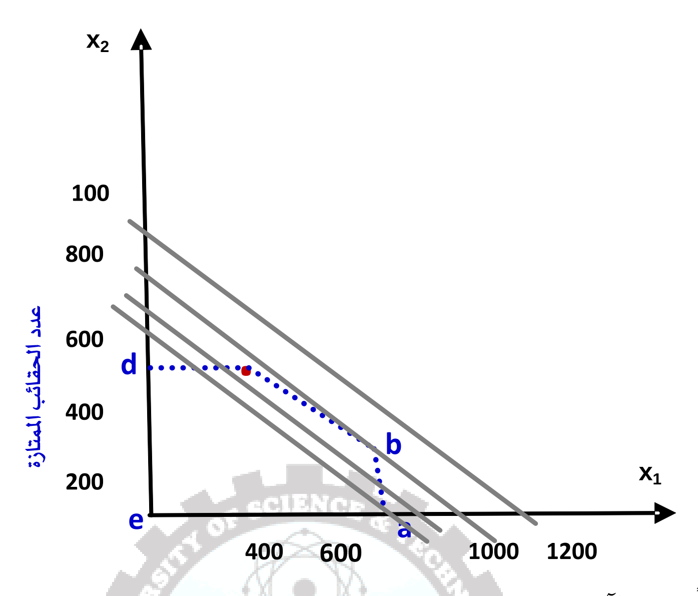
$$\Rightarrow x_2 = 708 - \frac{504}{3} \qquad \Rightarrow x_1 = \frac{2124 - 504}{3} = \frac{1620}{3} = 540$$

$$\Rightarrow x_1 = 540$$

إذاً : إحداثيات النقطة b هي (252، 540)

وبنفس الطريقة نوجد أحديثات النقط C حيث C هي نقطة تقاطع خط القيد الأول وخط القيد الرابع وبحل معادلتين الخطيتين نحصل على إحداثيات النقط C وهي $x_1 = 300$, $x_2 = 420$ كما أوجدناها سابقاً من خلال الرسم (عندما كان دقيقاً) .

(ملاحظة: الحل الأمثل هو أحد نقاط منطقة الحلول المشتركة التي تقع دائماً على حدود هذه المنطقة التي سميناها بنقاط الحل الأساسي) .



ولتحقق جبرياً نقوم بالآتي:

من احداثيات نقطة الحل الامثل (b) يتم ذلك بتحديد الخطين اللذين يتقاطعا عند هذه النقطة b بالرجوع الى الرسم السابق نجد أن النقطة b هي نقطة تقاطع خط القيد الاول مع خط القيد الثالث

أي أن معادلة خط القيد الأول هي:

$$\frac{7}{10}x_1 + x_2 = 630$$

ومعادلة خط القيد الثالث هي

$$x_1 + \frac{2}{3}x_2 = 708$$

بحل المعادلتين باستخدام طريقة الحذف نجد أن: $x_1 = 540 \ , \ x_2 = 252$

وهما الكميتين (المزيج الانتاجي الامثل) التي يجعل دالة الهدف أعلى ما يمكن أي أن: $Z = 7668$

نموذج تحقيق ادنى تكلفة

مثال3: لمشكلة (نموذج تحقيق أدنى ربح)

يقوم بنك اليمن /قسم الاستثمارات بإدارة عدد من الأرصدة المالية لبعض زبائنه الأثرياء، توضع سياسة الاستثمار لكل زبون على حده حسب احتياجاته .

طلب السيد صالح من البنك أن يستثمر مبلغاً في حدود 1.2 مليون ريال على الأكثر في نوعين من الاستثمارات ، صندوق الأسهم ،وصندوق العملات الأجنبية .تبلغ تكلفة شراء وحدة صندوق الأسهم 50 ريالاً، وتحقق عائداً قدره 10% على الأقل،بينما تبلغ تكلفة شراء وحدة صندوق العملات الأجنبية 100 ريال، وتحقق عائداً قدره 4%على الأقل، ويهدف السيد صالح إلى تقليل المخاطرة قدر الإمكان، ويشترط أيضاً أن يحقق استثماره دخلاً سنوياً لا يقل عن 60000ريال .إضافة إلى جميع ماسبق، اشترط السيد صالح أن يستثمر مالاً يقل عن 300000 ريال في صندوق العملات الأجنبية.

وحيث أن مؤشر المخاطرة هو 8 لكل وحدة استثمار في صندوق الأسهم ، 3 لكل وحدة في صندوق العملات

والسؤال: كم وحدة من كل نوع يجب شرئها من البنك بحيث يكون عنصر المخاطرة أقل ما يمكن ؟

الحل:

الخطوة الاولى/ هي بناء النموذج:

إذاً نحن امام مشكله هدفها تخفيض المخاطرة

- متغيرات المشكلة هي x_1 =عدد الوحدات المشتراه في صندوق الأسهم

x_2 =عدد الوحدات المشتراه في صندوق العمولات الاجنبية

- دالة الهدف هي دالة المخاطرة (تقليل المخاطرة)

تحت القيود :

القيود الهيكلية:

قيد استثمار 1.2 مليون: $50x_1 + 100x_2 \leq 1200,000$

قيد الدخل السنوي (تحقق 60.000): $5x_1 + 4x_2 \geq 60,000$

قيد الحد الأدنى للاستثمار في صندوق العملاء: $x_2 \geq 3000$

القيود اللا سالبية: $x_1, x_2 \geq 0$

- الخطوة الثانية/ حل هذا النموذج بيانياً:

نقوم اولاً بتحويل القيود الهيكلية من صورتها كمتباينات الى معادلات فتصبح القيود كما يلي:

$$50x_1 + 100x_2 = 1200,000$$

ثم نقوم بتحديد نقاط تقاطع هذه المعادله مع المحورين x_1 , x_2 لرسم القيد كما في الجدول:

x_1	0	24000
x_2	12000	0

ثم نقوم برسم القيد الاول كما في الشكل رقم (7):

وبالنسبة للقيد الثاني يتم تحويله إلى معادله $5x_1 + 4x_2 = 60,000$

وتكون نقاط تقاطعه مع المحورين x_1 , x_2 كما في الجدول

x_1	0	12000
x_2	15000	0

ثم نرسمه على نفس الشكل (7)

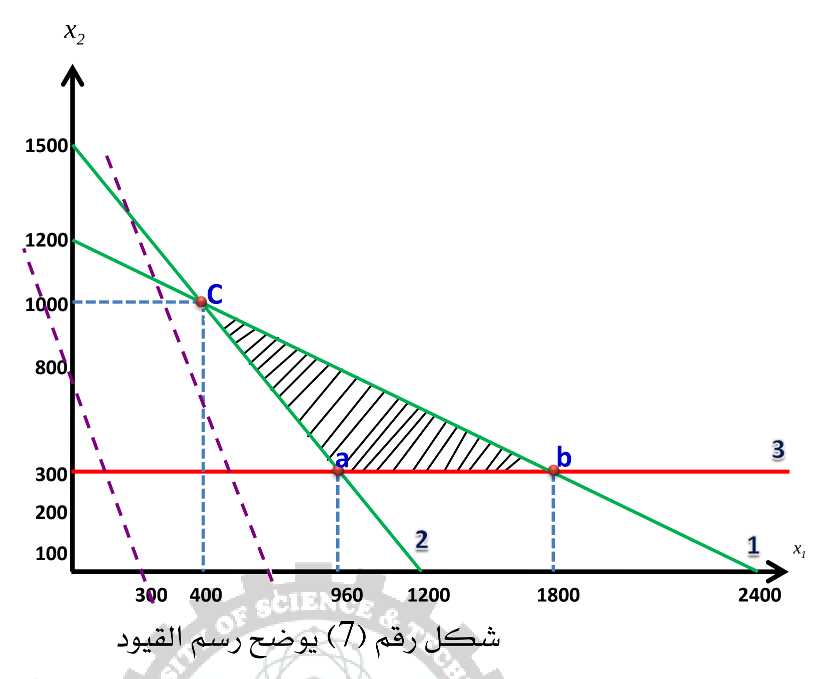
ثم القيد الثالث $x_2 = 3000$ ثم نرسمه على نفس الشكل رقم (7)

بعد رسم جميع القيود على الشكل رقم (7) وتحديد منطقة الحل (منطقة التظليل المشترك نلاحظ من الشكل مايلي:

1- منطقة الحلول الممكنة هي المنطقةالمضللة a b c

2- منطقة الحلول الاساسية تتمثل بالنقاط (a , b , c) (النقاط القصوى أو الطرفية)

3- إحدى هذه النقاط (الحلول الاساسية) تمثل الحل الامثل



شكل رقم (7) يوضح رسم القيود

السؤال: كيف نصل الى هذه النقطة التي احداثياتها تجعل داله الهدف أقل ما يمكن؟

لأننا نبحث عن تقليل المخاطرة

- إحداثيات النقطة a هي (9600,3000) من خلال الرسم وعليه تكون داله الهدف هي:

$Z = 85,800$

وتكون إحداثيات النقطة b هي (18000,3000) وعليه تكون داله الهدف هي:

$Z = 153,800$

وتكون إحداثيات النقطة C هي (10,000,4000) وعليه تكون داله الهدف هي:

$Z = 62000$

- اقل قيمة لداله الهدف هي $Z = 62000$ عند النقطة C
- النقطة C هي نقطة الحل الأمثل .

إذاً الحل الأمثل هو: $x_2 = 10,000 \, , \, x_1 = 4000$

وهي أقل مخاطرة $Z = 62000$

ويمكن الحصول على نقطة الحل الامثل باستخدام خط دالة الهدف وذلك برَّسم

كما هو ظاهر بالشكل الثاني رقم (8) الخط المنقطع حيث وضعنا في $Z = 24000$

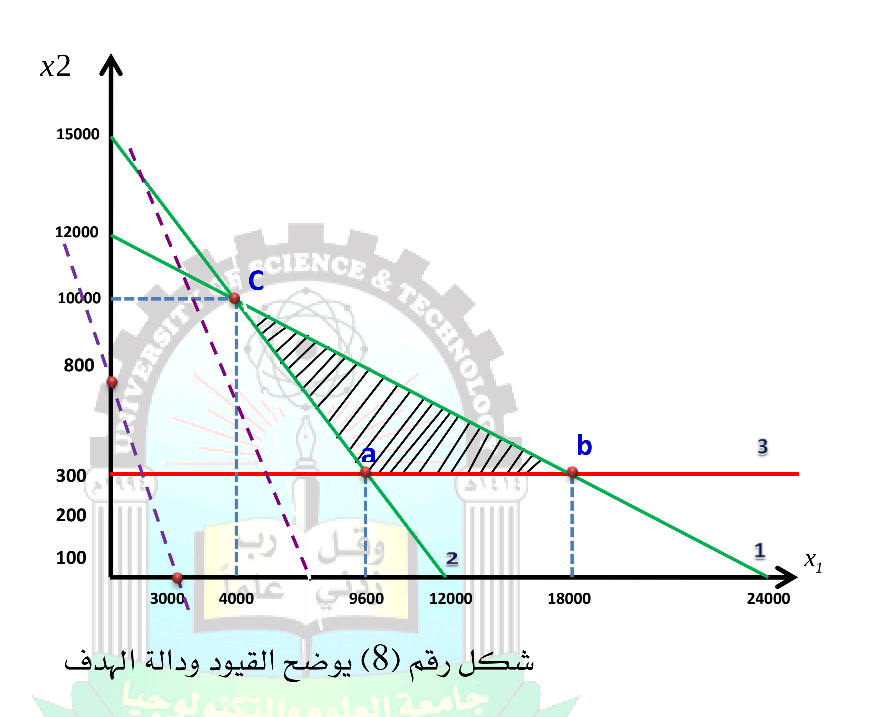
$$\Rightarrow 24000 = 8x_1 + 3x_2 \Rightarrow x_1 = 0 \Rightarrow x_2 = 8000$$

$$x_2 = 0 \Rightarrow x_1 = 3000$$

- نقطتي رسم دالة الهدف هما : (3000،8000)

وبرسم دالة الهدف كما بالشكل رقم (8) وتحريكها بشكل متوازي تجاه منطقة الحلول الممكنة فإن أقرب نقطه يمر عندها خط داله الهدف تكون نقطة الحل الامثل وكما هو ملاحظ من الرسم النقطه c التي احداثياتها $x_1 = 4000, x_2 = 10,000$

التي تعطي اقل مخاطره لـ Z والتي تساوي $Z = 62,000$



شكل رقم (8) يوضح القيود ودالة الهدف

وللتأكد من احداثيات النقطة c كنقطة حل امثل نحل المعادلتين الاولى التي تمثل خط القيد الاول والثانية التي تمثل خط القيد الثاني كما يلي:

$$50x_1 + 100x_2 = 1200,000 \quad (1)$$

$$5x_1 + 4x_2 = 60,000 \quad (2)$$

بضرب المعادلة (2) في 10

$$\Rightarrow 50x_1 + 40x_2 = 600,000 \quad (2)$$

$$\Rightarrow 50x_1 + 100x_2 = 1200,000 \quad (1)$$

$$x_1 = 4000, x_2 = 10,000$$

وهذا تأكيد بأن الحل الامثل هو

$$x_1 = 4000, x_2 = 10,000$$

ودالة الهدف

$$z = 62,000$$

المتغيرات الراكدة: stack variable

المتغيرات الراكدة هي كمية الطاقة غير المستخدمة لقيد من نوع $\leq$ وتعرف بالوفرة المصاحبة لذلك القيد .رياضياً المتغير الراكد يمثل الفرق بين الطرف الأيمن والأيسر للمتراجحة .وبإعطاء المتغير الراكد الرمز ك ونضع قيمة معامله تساوي صفراً في دالة الهدف وبإضافة هذا المتغير لكل قيد تصبح مشكلة مصنع الجلود كالآتي :

$$z = 10x_1 + 9x_2 + (0)c_1 + (0)c_2 + (0)c_3 + (0)c_4$$

شرط أن:

$$\frac{7}{10}x_1 + 1x_2 + 1c_1 = 630$$

$$\frac{1}{2}x_1 + \frac{5}{6}x_2 + 1c_2 = 600$$

$$1x_1 + \frac{2}{3}x_2 + 1c_3 = 708$$

$$\frac{1}{10}x_1 + \frac{1}{4}x_2 + c_3 = 135$$

$$x_1, x_2, c_1, c_2, c_3, c_4 \geq 0$$

هذه الصيغة للبرنامج الخطي تعرف بالصيغة القياسية standard Form

وسوف نتعرض لها بالتفصيل عند الحل جبرياً في الفصل الثاني .

ملخص خطوات الطريقة البيانية لمشكلات تعظيم الربح .

أ-حدد جميع نقاط الحلول الممكنة لكل قيد وذلك برسم الخطوط المناظرة للقيود .

ب-حدد بقلم ملون منطقة الحلول الممكنة لجميع القيود معاً .

ج-قيد الربح عشوائياً ، وارسم خط الربح التقديري ، وستحسن البدء باختيار قيمة صغيرة جداً بحيث يقع الخط داخل منطقة الحلول الممكنة .

د-ارسم خطوطاً موازية لخط الربح التقديري مبتعداً عن نقطة الأصل .

هـ-توقف عندما تصل إلى نقطة (نقاط) بحيث لو تحركت أبعد منها لخرجت من منطقة الحلول الممكنة .

و-النقطة الممكنة التي تقع على أعلى خط ربح هي نقطة الحل الأمثل .

ز-اقرأ قيمتها من الرسم (على الأقل تقريباً).

ح-حل معادلتي الخطين المتقاطعين عند هذه النقطة لتحصل على الإجابة الصحيحة لقيمة x_1,x_2

ط-عوض قيمة x_1,x_2 التي حصلت عليها (في الخطوة الثامنة) في دالة الهدف لتحصل على الربح الأمثل .



متغيرات فائضة surplus Variables

بتحليل مشكلة بنك اليمن نلاحظ أن أقل مخاطرة ممكنة من المزيج الاستثماري 4000 ، 10,000 وحدة هي 62,000 ،وأن ذلك تحقق باستثمار كل الرصيد المتوفر ،كما أن الدخل المطلوب تحقق كاملاً بالضبط ،ولكننا اجتزنا بكثير الحد الأدنى للاستثمار في صندوق النقد 3000 وحدة ،حيث اقترح البنك شراء 10,000 أي: بفارق 7000 وحده .وهذه الزيادة نسميها فائضاً surplus

وبصفة عامة أي كمية فائض تصاحب القيد $\geq$ تسمى متغيراً فائضاً surplus Variable

وكما قلنا سابقاً إن متغيراً راكداً slack Variable

يضاف إلى القيد أقل من $\leq$ حتى تحول المتراجحة إلى معادلة ،فإننا في حالة كون القيد $\geq$ نطرح من الطرف الأيمن متغيراً فائضاً surplus Variable حتى نحول المتراجحة إلى معادلة ،وسوف نرمز له بالرمز ف .

وحيث إن هذا المتغير لا تأثير له في دالة الهدف فإننا نضع قيمة معاملة تساوي صفراً في دالة الهدف .وبإضافة المتغيرات الراكدة والفائضة لمشكلة بنك اليمن يصبح النموذج كالآتي:

$$z = 8x_1 + 3x_2 + (0)c_1 + (0)d_2 + (0)d_2$$

$$50x_1 + 100x_2 + 1c_1 = 1200000$$

$$5x_1 + 4x_2 - 1d_2 = 60.000$$

$$1x_1 - 1d_2 = 3000$$

$$x_1, x_2, c_1, d_1, d_2 \geq 0$$

وعندما نكتب جميع القيود في صيغة معادلات نقول: إن النموذج مكتوب في الصيغة القياسية .

9.2 القيد المحكم والقيد غير المحكم :

بعد حل النموذج نعوض بقيم x_1, x_2 التي حصلنا عليها حتى نستطيع أن نحسب قيم المتغيرات الراكدة والفائضة:

لحساب قيمة ك1 نعوض في معادلة القيد الأول:

$$50(4000) + 100(10.000) + c_1 = 12,200,000$$

$$c_1 = 1,200,000 - 20,000 - 1,000,000$$

$$c_1 = 0$$

وبالطريقة نفسها نحصل على قيم d_1, d_2

$$d_1 = 0$$
$$d_2 = 7000$$

ومن ثم نقول: إن القيد الأول والثاني محكمان Binding

بينما الأخير غير محكم Not Binding ونعني بالقيد المحكم أن الموارد الخاصة به قد استهلكت بأكملها بدون زيادة أو نقصان، ومن ثم تكون قيمة المتغير الراكد أو الفائض (حسب نوع القيد) تساوي صفراً، أما إذا كانت قيمة المتغير الراكد أو الفائض لا تساوي صفراً فهذا يعني أن هناك موارد لم تستهلك (راكدة) أو أن هناك استهلاكاً زائداً عن المطلوب (فائضاً)، ومن ثم يكون القيد غير محكم .

3. الخلاصة:

عزيزي الدارس:

تعرفنا في هذا الفصل إلى أكثر أساليب بحوث العمليات انتشاراً وتطبيقاً ألا وهي البرمجة الخطية ،وهي عبارة عن صياغة المشكلة الإدارية في نموذج رياضي، جميع العلاقات المكونة له من الدرجة الأولى ،ويتميز بالآتي :

1- دالة هدف المطلوب تحقيق أعلى أو أقل قيمة لها .

2- مجموعة من القيود يجب عدم تجاوزها .

3- قيود عدم السلبية .

وعرفنا أن هذا النموذج يمكن حله بيانياً أو جبرياً:

الحل إن وجد فإنه يقع على إحدى النقاط المتطرفة لمنطقة الحلول الممكنة.

أوضحنا ذلك بمثال يهدف إلى تحقيق أكبر ربح ،ومثال آخر يهدف إلى تحقيق أقل خسارة، وشرحنا خطوات حل كل منهما بيانياً بالتفصيل ،كما تعرضنا لشرح معنى المتغيرات الراكدة والفائضة ومعنى القيد المحكم، وأوضحنا كيفية كتابة البرنامج الخطي في الصيغة القياسية .



4. لمحة مسبقة عن الوحدة الدراسية الثانية:

عزيزي الدارس، بعد أن تعرفنا على أهم أسلوب من أساليب بحوث العمليات وأكثرها انتشاراً وأهمها تطبيقاً، وسوف نتناول في الوحدة الثانية إن شاء الله الخطوات التسلسلية لتطبيق بحوث العمليات وفقاً للطريقة العلمية، كما أننا سوف نتناول أهم التصنيفات المتعلقة ببحوث العمليات مثل : (أساليب البرمجة الخطية، دراسة أساليب الاحتمالات، أساليب التحليل الشبكي، والأساليب الرياضية الأخرى).



5. التدريبات:

تدريبات حل المشكلة بيانياً:

$$x_1+4x_2\geq 8$$

بشرط أن

$$x_1+4x_2\geq 8$$
$$x_1+2x_2\geq 5$$
$$x_1+x_2\geq 0$$

تدريب (2):

حل البرنامج الآتي بيانياً:

$$z=6x_1+4x_2$$

شرط أن :

$$3x_1+2x_2\leq 24$$
$$2x_2\leq 6$$
$$x_1+x_2\geq 0$$

3-حل البرنامج الخطي الآتي :

$$z=4x_1+x_2$$

بشرط أن:

$$10x_1+2x_2\leq 30$$
$$2x_1+2x_2\leq 12$$
$$2x_1+2x_2\leq 6$$
$$x_1+x_2\geq 0$$

تدريب (4):

$$z=4x_1+3x_2$$

بشرط أن :

$$3x_1+3x_2\leq 12 \qquad (1)$$

$$2x_1+\frac{5}{4}x_2\leq 10 \qquad (2)$$

$$x_1 \leq 4 \qquad (3)$$
$$x_1 + x_2 \geq 0$$

أ- مثل المشكلة الخطية بيانياً .

ب- حدد منطقة الحلول الممكنة بتظليلها .

ج- كم عدد النقاط القصوى المحددة لمنطقة الحلول الممكنة ؟وماهي ؟

د- الحل الأمثل يتحقق عندما :

1- $x_1 = 0, x_2 = 4$

2- $x_1 = 0, x_2 = 8$

3- $x_1 = 4, x_2 = \frac{8}{5}$

4- $x_1 = \frac{8}{7}, x_2 = \frac{30}{7}$

5- $x_1 = 4, x_2 = \frac{3}{4}$

هـ - أوجد قيمة "د" في الحل الأمثل.

و- لو أسقطنا القيد 2 من النموذج .هل يتغير الحل الأمثل ؟لماذا ؟

5- تدريب

ضع علامة (✓) أو علامة (×) أمام العبارات الآتية:

أ- يشترط في تطبيق البرمجة الخطية أن تكون جميع معادلات النموذج من الدرجة الأولى ( ).

ب-التمثيل البياني لحل البرمجة الخطية يتعذر استخدامه إذا زاد عدد المتغيرات عن اثنين ( ).

ج- يتكون البرنامج الخطي من هدف يجب تحقيقه تحت قيود معينة، وتعبر عن بدلات رياضية من الدرجة الأولى ( ).

د- الحل الأمثل لمشكلة البرنامج الخطي يقع دائماً على إحدى النقاط القصوى( ).

هـ- المتغير الراكد يصاحب دائماً القيد من نوع $\geq$ ( ).

و- نقول عن الحل إنه قابل للتنفيذ إذا كان يحقق جميع القيود المفروضة ،ويكون حلاً أمثل إذا كان أحسنها تحقيقاً للهدف ( ).

تدريب (6):

ضع دائرة حول الإجابة الصحيحة :

أ-استخدام الأساليب الكمية مفيد في عملية اتخاذ القرار عندما تكون المشكلة

1- معقدة 2- مهمة 3- جديدة 4- جميع الإجابات السابقة صحيحة

ب-الحل الممكن لمشكلة ما :

1- يرضي على الأقل أحد القيود 2- يرضي جميع القيود

3- هو أفضل الحلول للمشكلة 4- هو الحل الوحيد للمشكلة .

ج- القيد المحكم في البرمجة الخطية :

1- ممكن حذفه من المشكلة بدون أن يؤثر في منطقة الحلول الممكنة .

2- ممكن حذفه من المشكلة بدون أن يؤثر في الحل الأمثل

3- هو القيد الذي يكون فيه قيمة المتغير الفائض أو الراكد صفراً.

4- الإجابات السابقة جميعها.

إجابات التدريبات :

تدريب (1) $x_1=4, x_2=1, d=24$

تدريب (2) $x_1=4, x_2=6, z=48$

تدريب (3) $x_1=3, x_2=0, z=12$

تدريب (4) ج - أربع نقاط ،د- $x_1=4$ ، $x_2=\frac{3}{4}$

هـ- $z=20$ ، و- لا لأنه قيد غير محكم، ويقع خارج منطقة الحلول الممكنة .

تدريب (5) أ-(✓) ب-(✓) ج-(✓) د-(✓) ه – (✓) و-(✓)

تدريب (6) : أ- 4 ب- 2 ج-3 د-2

6. مسرد المصطلحات:

1-النماذج الرياضية :Mathematical Models

لا تختلف عن النماذج الأخرى من حيث إنها تمثل وصفاً لموقف أو موضوع معين، فمثلاً يمكن صياغة العمليات التي تقوم بها المنظمة في النموذج الرياضي الآتي:

الدخل الصافي = الإيرادات –التكاليف

والتكاليف قد تشمل التكاليف الثابتة والتكاليف المتغيرة

وكذلك الإيرادات تشمل إيرادات تشغيلية وإيرادات عرضية وأخرى استثمارية .

2- تكوين النموذج الرياضي :

صياغة المشكلة problem Formulatioo في قالب رياضي او نموذج رياضي يميز علم بحوث العمليات عن غيره من العلوم القائمة على استخدام الأساليب الكمية مثل الإحصاء وغيره .

ويتم تكوين النموذج الرياضي عن طريق ترجمة الجمل اللغوية إلى تعبير ات رياضية ويتضمن النموذج الرياضي ثلاث مجموعات أساسية هي :

1- المدخلات :التي لا تستطيع المنظمة التحكم فيها ، مثل: سعر بيع السلعة أو تكلفة إنتاجها وكذلك المدخلات التي تستطيع المنظمة التحكم فيها، مثل: عدد الوحدات المنتجة أو كمية البضاعة المشحونة وتعرفها بالمجاهيل والتي يجب تحديدها لحل النموذج

2- المحددات: وهذه تمثل البنود الفنية والاقتصادية وغيرها ، تحدد قيمة الحلول الممكنة.

3- دالة الهدف : object function وتحدد مقياس الكفاية للإدارة، وتمثله بدالة رياضية للمتغيرات المتحكم فيها . ونحصل على الحل الأمثل حيثما تحقق قيمة المتغيرات المتحكم فيها أحسن قيمة للدالة في حدود القيود المفروضة .

3-حل النموذج :

ويعني محاولة معرفة قيم المتغيرات المتحكم فيها والتي تعطي أفضل حل ممكن بدون تجاوز القيود المفروضة على المشكلة، وهذا الحل قد نحصل عليه بالمحاولة والخطأ، وهذه الطريقة قد لا تضمن لنا الحل الأمثل إضافة إلى الوقت الذي قد تستغرقه إذا كانت المشكلة معقدة .

7. المراجع:

1-سعيد الشواف ،تصنيف النماذج واستخدامها في تحليل المشكلات وصنع القرارات الإدارية ،الإدارة العامة ، العدد 68،اكتوبر،1990م (7-43)

2-عبد الرحمن أبو عمه ،ومحمد العش ،البرامج الخطية ،الرياض ،1990م

3-محمد محمد نور قوته وسعود مندور ،بحوث العمليات وتطبيقاتها في القرارات الإدارية ،جده، 1420/1419 ه

4-أسماء باهرمز ،سهام همشري ، 1421ه ، صناعة القرار للقادة (ترجم) معهد الإدارة العامة ،االرياض.

5-حسن أبو ركب ،بحوث العمليات وتطبيقاتها في مجال الإدارة ،جده ،1986م

6- مدني علاقي ،الإدارة :دراسة تحليلية للوظائف والقرارات الإدارية ،جدة ،1414هـ

7-نبيل عبد الحافظ ،استخدام بيرت في تخطيط المشروعات ومتابعتها وتنفيذها الإداري ،العدد 51،ديسمبر 1992م

8-جلال الأشعري 2010م ، بحوث العمليات، سلسلة محاضرات، جامعة صنعاء.

المراجع الأجنبية :

1-Andrson sWeeney &Williams Q uantitaveMethods For Business West 1994.

2-Bradley s.p. A.C.HaX and T,l. Majnanti,Appliedpp Mathematical Programming, Reading, Mass, Addison Welslen, 1977.

3- Bazarra, M.S., and J.J Jarvis, Linear Programming and Network Flows, 2nd ed. Newyzx zork, Johan Wiley & Sons, 1990

الوحدة الثانية 2

تحليل الحساسية


UNIVERSITY OF SCIENCE & TECHNOLOGY
١٩٩٤م
١٤١٤هـ
وقل رب
زدني علماً
جامعة العلوم والتكنولوجيا

محتويات الوحدة

الموضـــــــوع	الصفحة
1. المقدمة	44
1.1 تمهيد	44
1.2 أهداف الوحدة	45
2. استخدام الطريقة العلمية في الإدارة	46
3. التخطيط الرياضي والمستقيم	51
4. خطوات الحل بأسلوب السمبلكس	55
5. طريقة السمبلكس	56
6. تعظيم الربح والشفافية وتقدير الحساسية	61
7. تخفيض التكاليف	65
8. الخلاصة	70
9. لمحة مسبقة عن الوحدة الدراسية الثالثة	73
10. إجابات التدريبات	74
11. مسرد المصطلحات	76
12. المراجع	80

.1 المقدمة:

1.1 التمهيد:

عزيزي الدارس:

تحتل البرمجة الخطية Linear Programming في الوقت الحاضر مركزاً مرموقاً في مجال بحوث العمليات Operation Research ولها تطبيقات واسعة، وتم تطوير الأساليب الفنية المستخدمة في حال مشكلات البرمجة الخطية.

وتعد البرمجة الخطية إحدى الوسائل المستخدمة في بحوث العمليات و تساعد في اتخاذ القرارات في مجال رقابة وإدارة الأموال والموارد والآلات والمواد الأولية والعناصر البشرية، وتعد من أسهل وأبسط أنواع النماذج التي يمكن إنشاؤها لمعالجة المشكلات الصناعية والحكومية الكبرى. وذلك بالتوافق مع الزيادة في استخدام الحاسبات الالكترونية وظهور البرمجيات الجاهزة الحديثة.

إن البرمجة الخطية تبحث عادة في توزيع الموارد المتاحة بين الاستخدامات البديلة بأسلوب رياضي يتم بموجبه تخصيص الموارد المتاحة والمحدودة، ويمكن التعبير عن دالة الهدف بصفة المعادلة والقيود المرتبطة بها في صيغ معدلات خطية "متباينات" ويمكن تعريف البرمجة الخطية بأنها مجموعة أساليب فنية يمكن بوساطتها الحصول على المقدار الجبري الأمثل وهذا يمثل الهدف الذي تتحكم فيه قيود خطية، أو بمعنى آخر: هو ذلك الأسلوب الرياضي الذي يهتم بالاستغلال الأمثل للموارد المتاحة على وفق أسلوب علمي مبرمج.

وتهدف هذه الوحدة إلى مساعدتك في دراسة نماذج البرمجة الخطية والطرق المختلفة لها، ومنها النموذج العام والطريقة البيانية.

في هذه الوحدة سنناقش الأسلوب الرياضي لتحليل الحساسية ولكن يجب التطرق إلى نظرية السمبلكس حيث تجدر الإشارة إلى النظرية الثنائية التي يعتمد عليها تحليل الحساسية وأن لكل مسألة برمجة خطية هناك مسألة ثنائية أخرى مرافقة لها، ولكن هناك علاقة بين المسألتين وخصائص تربطهما بحيث إن الحل الأمثل لإحدى هاتين المسألتين يعطي معلومات كاملة عن الحل الأمثل للمسألة الثنائية.

وستجد شرحاً للطريقة العامة لحل مسائل البرمجة الخطية، ألا وهى طريقة الحل البسيط، ولقد وضحنا من خلال الأمثلة خطوات الحل، وكيفية وضع بيانات المسألة في

جدول أولي، ومن ثم كيفية الانتقال من جدول حل إلى الجدول التالي إلى أن يتم التوصل إلى الحل الأمثل.

وقد حاولنا الإكثار من الأمثال والتدريبات ذات العلاقة بموضوعات الوحدة وحلولها النموذجية علاوة على أسئلة التقويم الذاتي.

فأهلاً وسهلاً بك في هذه الوحدة.

2.1 أهداف الوحدة:



عزيزي الدارس، بعد فراغك من دراسة هذه الوحدة ينبغي أن تكون قادراً على أن:

1. تشرح فلسفة بحوث العمليات ومنهجيتها وعلاقتها بعملية تحليل المشكلات.
2. توضح تسلسل مراحل الطريقة العلمية لتحليل المشكلات وخطواتها.
3. تقوم ببناء النماذج الرياضية وتجد الطرق لحلها.
4. تشرح مكونات النموذج العام للبرمجة الخطية، وشروط استخداماته، ومجالاته في اتخاذ القرارات.
5. تستخدم الطريقة البيانية لحل مسائل البرمجة الخطية.
6. تذكر خصائص المسألة المزدوجة وتبين أهميتها واستخداماتها وعلاقتها بالمسألة الأساسية.
7. تعدد خطوات حل مسائل السيمبلكس.
8. تحلل وتقيس أثر التغيير في الموارد على الحل الأمثل.
9. تحدد مجال ثبات الحل الأمثل عند إحداث تغيير.
10. تحلل إضافة قيود جديدة أو أنشطة جديدة للمسألة.
11. تدرس تقدير الحساسية.

2.استخدام الطريقة العلمية في الإدارة:

اهتم آدم سميث في كتابه: ثروة الأمم الذي نشره عام 1776م بتقسيم العمل بغرض زيادة تنمية خبرات العامل، وهو ما يعرف بزيادة مهارة العمل، والعمل على توفير الجهد الضائع الذي يضيع حينما نأمر العامل بترك العمل الذي بيده والانتقال إلى مكان عمل آخر، والتركيز على اختراع أدوات العمل، وتعد هذه الأفكار أساس قياس العمل في الجدارة والمهارة وقد أطلق عليها اقتصاديات الإنتاج.

جاء من بعده الرياضي المشهور ببج الذي ركز دراسته على زيادة الإنتاج، وركز على الانتقاد لماذا يؤدى العمل بهذه الطريقة؟، وهي ما تعرف بالأوضاع السائدة، وركز على الطريقة المثلى وسجل كل ملحوظاته في كتابه الشهير (On The Economy of the Machinery & Manufacturers)، الذي نشر في عام 1832م، وركز على تحسين مزايا تقسيم العمل كما رآها في صناعة الدبوس، والتي تمر بسبع مراحل وهي: تقصير طول الدبوس، جعل السلك مستقيماً، سن رأس الدبوس، الثني وقطع الرؤوس، عمل الرأس، التلميع ضد الصدأ، تغليف الدبوس، وهذا يظهر مفهوم العمل بكفاءة ومهارة وعدها الأساس في دفع الرواتب والأجور.

وقد تمثلت خطوط الإنتاج كمظهر من مظاهر تقسيم العمل،وكسمة تطور فيها الأداء، بينما نادى كثير من النقاد بتوسيع دائرة العمل بدلاً من تقسيمه.

وفي 1882م، ركز فردريك تايلور بوصفه مهندساً في استخدام الأسلوب العلمي في حل مشكلات العمل الإدارية، حيث ركز على إنتاج الطاقة القصوى في كل عمل بدلاً من ترك العامل يحدد العمل الذي يرغب فيه، ويرى أن العامل يمتلك طريقة الصنع، ويجب عدم البوح بها للآخرين، واستخدم أسلوباً في التجربة لحل مشكلات الإنتاج، واهتم بتركيز تقسيم الزمن على وحدات الإنتاج خلال يوم العمل، وركز على إعطاء العامل قيمة العمل بأجر القطعة كعنصر محفز للعاملين، واهتم باستخدام المستشارين المتخصصين في التنظيم الصناعي.وفي 1911م طبع كتابه: مبادئ الإدارة العلمية، والذي يرى فيه من واجبات الإدارة استخدام المفهوم العلمي من جانب الإدارة لحل مشكلات العمل، والاختيار والتدريب العلمي بدلاً من أداء العمل بالطرق القديمة، وأن يدرب العامل نفسه، ويعمل على تنمية روح العمل التعاوني بين العاملين، ويجب تقسيم العمل بين الإدارة والعاملين بالتساوي.

ساعدت آراء فردريك تايلور في التنظيم الإداري، وقد ساعدت هذه الأفكار في تطوير علم النفس التجريبي حيث تم استخدامها في علم الهندسة الإنساني واستخدمتها الإدارة العلمية الحديثة في القرن العشرين في التخطيط والتقنية والتدريب والضبط حيث تم ضبط وقت العمل في الأداء اليومي وتنفيذ الخطط الموضوعة،. وتسهيل مهمة الرقابة.

أما الذين كانوا من أنصار فردريك تايلور فمنهم جانت (Gant) وإيمرسون، فردريك جلبرت وزوجته ليليان، أما المعارضون لهذه المجموعة فقد استغلوا هذا العمل وتم تطبيقه مع أفكار خاطئة، وتم تطبيق أفكار تايلور بنوع من الإساءة إليها، وأفضل مثال في تطبيق مقدار العمل اليومي للعامل الذي يتحمله لإنجاز مهام العمل، واختلاف حجم العمل الموكول به للعامل في أثناء عمره الإنتاجي.

كما استخدم عنصر الاحتمالات والطرق الإحصائية في تحديد الإنجاز اليومي للعامل كما استخدم في الهندسة الميكانيكية والكهرباء والهندسة الكيميائية، واستخدام المعايير الإحصائية والتشتت حتى اللحظة التي صار ينجز فيها تقرير الأخطاء بشيء يمثل نماذج الإنتاج بشيء دقيق ومقبول عملياً.

ونسبة للتعقيد في حجم الإنتاج وطرق تنفيذه، وزيادة عنصر التقنية، ووجود متغيرات، وصعوبة الترابط بين عناصر الإنتاج والعمالة والآلة اضطرت الإدارة إلى استخدام طرق رياضية تساعدها في حل مشكلات الإنتاج الإلكترونية واستخدام طرق رياضية تحليلية، حيث استخدم في 1914م، بمعرفة العالم الرياضي هارس (Harris) أول معادلة لتحديد كمية الطلب الاقتصادي في المخزون السلعي.

وعمد كل من تبت وستيوارت في عام 1931م إلى التطور في بحوث جودة الإنتاج الصناعي حيث أكمل تبت بحوثاً في عمليات دراسة العمل باستخدام العينات (Work Sampling)، وتم استخدامها في العمل فعلاً في 1950م.

واستخدمت بحوث العمليات في أثناء الحرب العالمية في ميدان الإنتاج الحربي وتم استخدام الآلات الإلكترونية، وظهرت مشكلات معقدة، لذا لجأت إدارة الحرب إلى استخدام تقنيات وأساليب علمية لم يسبق استخدامها من قبل.

وبعد انتهاء الحرب ظهر الاهتمام بالعنصر البشري، وظهر الاهتمام بالهندسة الإنسانية التي بقيت امتداداً لدراسة الحركة والزمن التي بدأها آدم سميث وجلبرت وزوجته ليليان.

أسئلة التقويم الذاتي:

?

1. ما الفلسفة التي تقوم عليها بحوث العمليات؟
2. اشرح أهمية بحوث العمليات، وعدد ميزات استخدامها.
3. اشرح النظام، وأعط أمثلة على الأنظمة من البيئة الاجتماعية التي توجد فيها.

عزيزي الدارس: إن الإدارة علم يتم تعلمه في الحقول المعرفية العلمية وكتعبير يستمد بالخبرة المنقولة من جيلٍ إلى جيلٍ، ويمكن القول بأن الخبرة الشخصية محدودة والخبرات الفنية لا يمكن نقلها جميعها بل يستمد من خبرات الإدارة العلمية الفنية ولكن يمكن تنميتها في إطار معرفي تراكمي.

ويستخدم المدير أسلوب الفهم والتحليل في حل المشكلات باستخدام الأسلوب العلمي والخبرة العملية التي استمدها في مجال العمل، سواء باستخدام الخبرة السابقة أو استخدام أسلوب الملاحظة، وتطبيق الدراسات النظرية التي تعلمها، وتطبيق الطريقة العلمية، ويكون ماهراً باستخدام الملاحظة، ووضع الفروض المحددة، ويعمد إلى اختيار الفروض، وفهم المشكلة وإمكان التنبؤ والضبط، ووضع الحل المختار في صور قابلة للتنفيذ.

فتهتم الإدارة بتحديد المشكلة ووضع مكوناتها، حيث يمكن أن يكون وجود مشكلة العمل التي لا ترغب فيها الإدارة، ويجب تحديد هدف حتى يمكن الوصول إليه، وأن تكون المشكلة في إطار ونطاق عمل الإداري، وأن يكون له الحرية في الاختيار بين بديلين أو أكثر لتسهيل الوصول إلى الحل الأمثل في ظل بدائل متاحة بتسهيل الاختيار من بينها.

فمتخذ القرار عليه مسؤولية رفع التوصيات لإصلاح معوقات العمل، وأن تكون له سلطة تتناسب مع اتخاذ القرار، وتقع ضمن أعباء عمله، وأن يكون بشكل موافقة نهائية حتى ولو بالتصويت أو الأغلبية (Majority)، وأن لا يتعارض مع سلطة شخص آخر في التنظيم، ويقع عليه التنفيذ متى ما تمت الموافقة عليه، وأن يعمل على تقييم الإجراء المتخذ في صنع القرار الإداري الناجح.

وأن يكون له أهداف يسعى إلى تحقيقها و منها: العمل على تخفيض تكاليف الإنتاج، وتقديم خدمة أفضل، وأن يسعى للحصول على نصيب أوفر من سوق الخدمة أو السلعة، وكذلك يجب أن يحتفظ بالعمالة التي تعمل معه، والتغلب على المنافسة، وأن يخلق علاقات حسنة مع المجتمع الذي يعيش فيه.

فمكونات النظام الإنتاجي سعي الإدارة إلى توجيه الجهود، وتحديد إطار عمل رقابي فعال، مع حسن استغلال الآلات والمعدات وحسن استغلال المواد الخام، والمحافظة على أفراد المجتمع كافة.

عند تحليل المشكلة تلاحظ الإدارة كثيراً من البدائل المتاحة، ويجب الاختيار بين البدائل التي تتناسب مع ظروف العمل، وتتعرف إلى أثر اختيار البديل على المعارضة التي يجدها في القسم من العمال أو زملاء العمل، أو أفراد المجتمع، وأن تتحمل الخسائر التي تنجم عن اختيار بديل غير مناسب سواء كانت ماليه أم اجتماعيه أم في قطاع العمل وبين المنافسين.

أسئلة التقويم الذاتي:

1. ما العناصر المنطقية لصياغة المشكلة وتحديدها؟
2. عرف النموذج الرياضي، وحدد أهم متطلبات بناء النموذج ومكوناته.
3. اشرح كلاً من المفاهيم الآتية:
   - المتغيرات.
   - المعاملات.
   - دالة الأهداف.
   - القيود في النماذج الرياضية.

؟

ويجب تحديد المشكلة بمراجعة الأهداف من جوانب فنية ، ومراجعة تكاليف البدائل المتاحة، وتحديد أساس قياس مناسب سواء أكان كميا أو كيفيا أو وصفيا، ويتم الاختيار بين زيادة الأرباح الصافية أو تقليل مدة الحصول على السلعة أو الخدمة.

وتستخدم الإدارة نماذج إدارية مختلفة على وفق طبيعة المشكلة، و منها نماذج المشابهة (Iconic) أو الممثلة (Analogues) أو نماذج رمزية (Symbolic)، وقد تصل إلى استخدام طرق تحليلية، ومنها نماذج طبيعية (Physical) ونماذج مرسومة (Schematic)، وهي التي تسهم في تصميم العمل والتخطيط الأصلي للمشروع، وكذلك استخدام نماذج الإحصاء والرقابة على جودة الإنتاج وفي قياس العمل، ويتم الاستفادة منها في تصميم العمل، وتحديد طاقة الآلات والمعدات وفي أماكن التخزين وتصميم نظم الصيانة الدورية أو الوقائية أو الإصلاح ونماذج التخطيط الرياضي التي تسهم في ضبط الإنتاج وحل مشكلات التوزيع والنقل والمناولة، ونماذج استبدال الآلات ونماذج التمثيل، والتخصيص والتشغيل، واستخدام نماذج السمبليكس في حل المشكلات ونماذج المخزون السلعي، وغيرها من النماذج من استخدام نظرية المباريات (Games Theory) والترتيب وصفوف الانتظار، وهي ما تكون طرقاً تحليلية (Analytic) أو طرقاً عددية (Numerical)، سواء باستخدام رسوم بيانية أم استخدام معادلات رياضية أم تفاضل أم تكامل من أجل الوصول إلى الحل الأمثل لمشكلات العمل المتغايرة.

3. التخطيط الرياضي المستقيم:

يتطلب عمل أي جزء من وظائف الإدارة وجود هدف، وهو لا بد من التعرف إليه بغرض الوصول إليه، ووجود طرق بديلة، ووجود قيم، ويتم اتباع الطرق الآتية في معرفة الحلول المناسبة.

أولاً: استخدام طريقة الرسم البياني كأسلوب تخطيطي رياضي مستقيم لحل المشكلات التي تقابل الإدارة.

مثال:

منشأة تنتج سلعتين على مرحلتين إنتاجيتين متتاليتين، ويستغرق إنتاج وحدة من السلعة الأولى دقيقتين، وفي المرحلة الثانية (5) دقائق، ويستغرق الإنتاج من السلعة الثانية (3) دقائق من المرحلة الأولى ودقيقتين في المرحلة الثانية.

فإذا علمت أن أقصى زمن متاح في كل مرحلة هو (60) ساعة، فما الكمية التي يجب إنتاجها حتى نحقق أقصى ربح ممكن؟ إذا عرفت أن ربح الوحدة الأولى (3) دنانير وربح الثانية (4) دنانير.



تدريب (1)

حول المتباينة $x_1 + 2x_2 \leq 6$

إلى معادلة

أسئلة التقويم الذاتي:

1. أعط تعريفاً مناسباً للبرمجة الخطية.
2. ما المقصود بكلمة برمجة وكلمة خطية؟
3. عدد مجموعات طرق نماذج البرمجة الخطية، واذكر خصائص كل مجموعة مع تسمية إحدى الطرق التي تنتمي لكل مجموعة.

تدريب (3)

حول النظام الآتي للشكل القياسي:

قلل:

$$Z = 2x_1 + 4x_2$$

حسب القيود:

$$x_1 + 2x_2 = 10 \ldots(1)$$
$$-2x_1 + 3x_2 \leq -5 \ldots(2)$$
$$7x_1 - 5x_2 \leq 6$$

x_1 غير محددة

$$x_2 \geq 0$$

طريقة السمبلكس في حل مشكلة البرمجة الخطية:

- الطريقة البيانية (الوحدة الاولى) تستخد في حالة كون متغيرات المشكلة عددها متغيرين فقط (أي انها لاتصلح إذا كان عدد متغيرات المشكلة اكثر من متغيرين)
- طريقة السمبلكس (موضوع هذه الوحدة) تستخدم في حل جميع المشكلات التي تحتوي على متغيرين فأكثر.
- معظم المشاكل الادارية التي تواجهنا في حياتنا العملية ذات متغيرات متعددة (اكثر من متغيرين)
- التمارين التي قمنا بحلها في الوحدة الأولى (الطريقة البيانية) يمكن إعادة حلها مرة أخرى باستخدام طريقة السمبلكس لتعطي نفس النتائج.

خطوات طريقة استخدام طريقة السمبلكس

1- وضع نموذج المشكلة في صورة قياسية معينه.

2- يتم في هذه الخطوة مايلي:

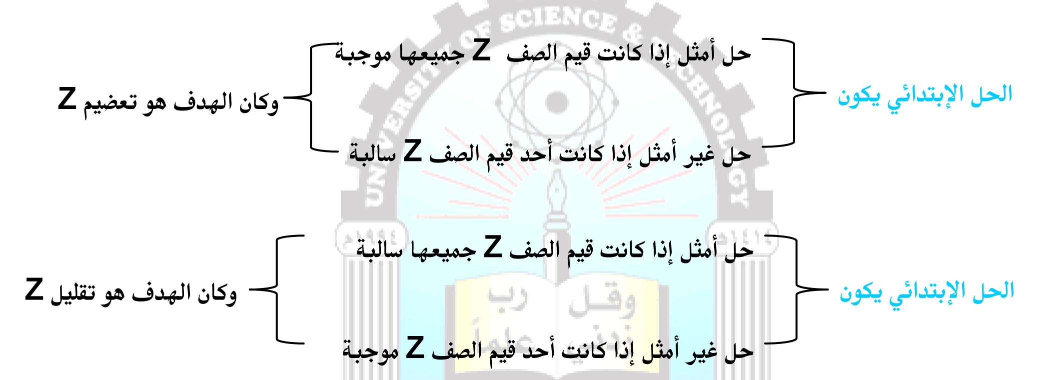
- نوجد حل ابتدائي ممكن بوضع المتغيرات الاصلية تساوي صفر ثم حل النموذج فنحصل على الحل الابتدائي الممكن.
- نحدد المتغيرات الإساسية والمتغيرات غير الاساسية



3- تكون جدولاً يلخص فيه مايلي:

- النموذج القياسي للمشكلة (معاملات المتغيرات).
- الحل الابتدائي.
- نسبة قيم الحل إلى معاملات العمود المحوري (الخطوة 5 التالية).
- المتغير الداخل والخارج
- العمود المحوري والصف المحوري.
- العنصر المحوري.
- المتغيرات الأساسية.

4- الحل الابتدائي الذي حصلنا علية في الخطوة (2) يتم إختباره هل هو حل أمثل أم لا؟



5- تأتي هذه الخطوة في حالة ما يكون الحل الإبتدائي ليس حل أمثل، ويتم في هذه الخطوة ما يلي:

❖ تحديد المتغير الداخل: وهو المتغير الذي يقابل أكبر قيمة سالبة في صف Z في حالة تعضيم Z

أو هو المتغير الذي يقابل أكبر قيمة موجبة في صف Z في حالة تقليل Z

ويسمى العمود المقابل له بالعمود المحوري.

❖ تحديد المتغير الخارج: وهو المتغير الاساسي الذي يقابل أقل قيمة موجبة من بين قيم نسبة الحل إلى معاملات العمود المحوري وهذا في حالة تعظيم Z

أوهو المتغير الأساسي الذي يقابل أقل قيمة موجبة من بين قيم نسبة الحل إلى معاملات العمود المحوري وهذا في حالة تقليل Z

ويسمى الصف المقابل له بالصف المحوري.

❖ تحديد عنصر تقاطع العمود المحوري مع الصف المحوري ويسمى العنصر المحوري.

6- الانتقال إلى جدول جديد(مرحلة جديدة) وهو إمتداد للجدول السابق ويتم فيه:

- استبدال المتغير الداخل بالمتغير الخارج.
- عناصر الصف الجديد في المرحلة الجديدة المقابل للصف المحوري القديم هي ناتج قسمة عناصر الصف المحوري القديم على العنصر المحوري.
- عناصر العمود الجديد في المرحلة الجديدة المقابل للعمود المحوري القديم جميعها أصفار ماعدا العنصر المناظر للعنصر المحوري فهو يساوي 1.

- تحسب باقي عناصر المرحلة الجديدة من خلال العلاقة التالية:

العنصر الجديد = العنصر القديم – (عنصر العمود المحوري المقابل للعنصر القديم × عنصر الصف الجديد المقابل للعنصر الجديد)

- نصل إلى حل ممكن جديد ثم نكرر الخطوات إبتداً من الخطوة رقم 4 حتى نصل إلى الحل الأمثل.

مثال (1):

منشأة تنتج سلعتين على مرحلتين إنتاجيتين متتاليتين، ويستغرق إنتاج وحدة من السلعة الأولى دقيقتين، وفي المرحلة الثانية (5) دقائق، ويستغرق الإنتاج من السلعة الثانية (3) دقائق من المرحلة الأولى ودقيقتين في المرحلة الثانية.

فإذا علمت أن أقصى زمن متاح في كل مرحلة هو (3600) ساعة، فما الكمية التي يجب إنتاجها حتى نحقق أقصى ربح ممكن؟ إذا عرفت أن ربح الوحدة الأولى (3) دنانير وربح الثانية (4) دنانير.

المطلوب:

حل هذه المشكلة بيانياً ثم حلها بإستخدام طريقة السمبلكس

الحل:

أولاً باستخدام الطريقة البيانية :

- النموذج هو:

$$Max: \ z = 3x_1 + 4x_2$$

$$s.t: \quad 2x_1 + 3x_2 \le 3600$$

$$5x_1 + 2x_2 \le 3600$$

$$x_1 , x_2 \ge 0$$

- تحول المتباينات إلى معادلات وترسم كل معادلة (قيد) على شكل واحدة

$$\Rightarrow 2x_1 + 3x_2 = 3600 \quad \& \quad 5x_1 + 2x_2 = 3600$$

x_1	0	1800
x_2	1200	0

x_1	0	720
x_2	1800	0

بعد رسم الخطين كما في الشكل(1) وتحديد المنطقة المضلله(منطقة الحلول الممكنة) المشتركة المحددة بالنقاط **a,b,c,d**

(نقاط الحلول الأساسية) التي أحدها تمثل الحل الأمثل.

من أجل تحديد هذه النقطة التي تمثل الحل الأمثل كما ذكرنا سابقاً في الوحدة الأولى نوجد إحداثيات هذة النقاط فتكون الاحداثيات التي تعطي أعلى قيمة لدالة الهدف هي نقطة الحل الامثل

احداثية النقطة **d** هي **(0,0)** $\Leftarrow$ **Z=0**

واحداثية النقطة **a** هي **(720,0)** $\Leftarrow$ **Z=2160**

واحداثية النقطة **c** هي **(0,1200)** $\Leftarrow$ **Z=4800**

واحداثية النقطة **b** يتم إيجادها بحل معادلتي القيدين آنياً

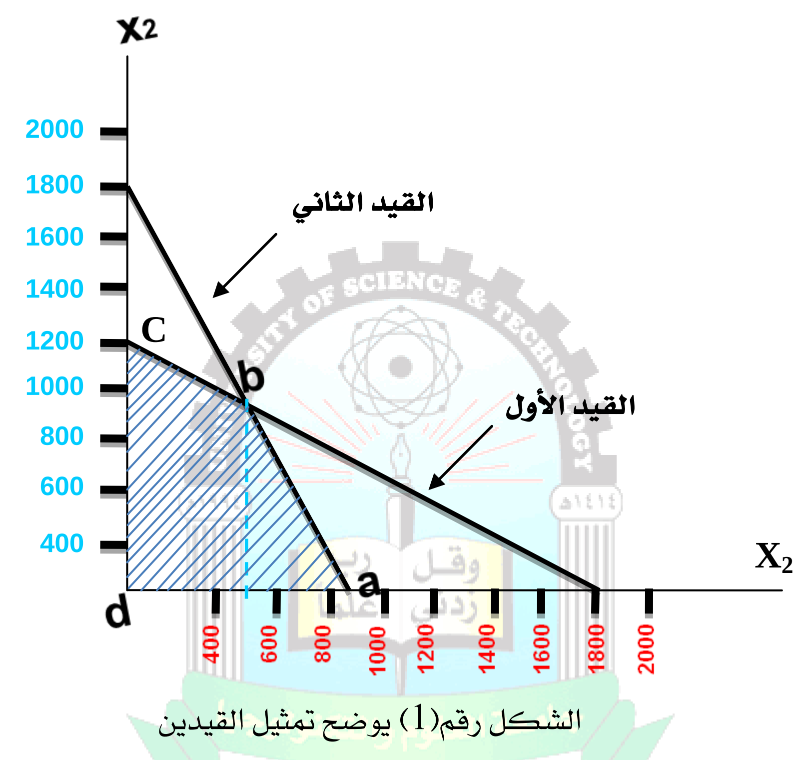
فتكون $x_1 = 327.3 \ \& \ x_2 = 981.8$

وتكون **Z=4909.1** وهى أعلى قيمة **Z**

⇐ **الحل الأمثل هو:**

$$Z=4909.1$$
$$X_1=327.3$$
$$X_2=981.8$$

وهو نفس الحل إذا ما استخدمنا خط دالة الهدف.



الشكل رقم(1) يوضح تمثيل القيدين

ثانياً: الحل باستخدام طريقة السمبلكس:

حسب خطوات استخدام طريقة السمبلكس يكون الحل كما يلي:

1- وضع النموذج في الصورة القياسية التالية:

$$Max \ \ z$$

$$z-3x_1-4x_2=0$$

$$2x_1+3x_2+x_3=3600$$

$$5x_1+2x_2+x4=3600$$

$x_1,x_2,x_3x_4\geq 0$ ، x_4، x_3 متغيرات راكدة

2- الحل الابتدائي:

نضع $x_1,x_2=0$ بالتعويض في النموذج السابق

وهو الحل الابتدائي الممكن $Z=0$, $x_3=3600$, $x_4=3600$

إذاً z,x_3,x_4 هي متغيرات اساسية وتكون x_1,x_2 متغيرات غير اساسية

3- الجدول:

المتغيرات الأساسية	معاملات المتغيرات					الحل	النسبة
	z	x_1	x_2	x_3	x_4		
z	1	-3	-4	0	0	0	
x_3	0	2	3	1	0	3600	1200
x_4	0	5	2	0	1	3600	1800
z	1	-1/3	0	4/3	0	4800	النسبة
x_2	0	2/3	1	4/3	0	1200	1800
x_4	0	11/3	0	-2/3	1	1200	327.3
z	1	0	0	42/33	3/33	4909.1	
x_2	0	0	1	15/33	-6/33	981.8	
x_1	0	1	0	-2/11	3/11	327.3	

$Z=4909.1$

$x_1=327.3$

$x_2=981.8$

4,5,6 موضحة في الجدول

من الجدول: المرحلة الأخيرة نلاحظ أن صف Z

إذاً الحل الذي وصلنا إلية في هذه المرحلة هو الحل الأمثل وهو

$x_1=327.3, x_2=981.8, z=4909.1$

وهو نفس الحل بالطريقة البيانية السابقة

مثال(2):

منشأة صناعية يمكنها إنتاج (3) سلع ،تمر كل منها بعدة مراحل إنتاجية، وتصنع بخلطة من المواد الخام ولقد كانت الطاقة الإنتاجية للمراحل الثلاث كما يأتي:

البيان	عدد الآلات	عد الدورات في الأسبوع	الوقت الاحتياطي
مرحلة (1)	4	25	٪10
مرحلة (2)	6	20	٪15
مرحلة (3)	5	12	٪5

وكان الزمن اللازم لإنتاج كل سلعة كما يأتي:

البيان	الأولى	الثانية	الثالثة
الأولى	6	9	5
الثانية	4	4	صفر
الثالثة	صفر	6	8

وبالنسبة للمواد الخام كان ترتيب الوحدة من كل سلعة كنسبة مئوية من الوزن الكلي للسلعة :

البيان	الأولى	الثانية	الثالثة
الأولى	٪60	٪40	صفر
الثانية	٪50	صفر	٪50
الثالثة	٪40	٪40	٪20

وكان الوزن المتاح لكل سلعة من السلع الثلاث شهرياً هو 280، 400، 600، كجم على التوالي، فإذا علمت أن ربح الوحدة من السلع الثلاث هو 8 دنانير، 10 دنانير ، و7 دنانير ، على التوالي وأن الشهر 4.5 أسبوع وأن الوردية (8) ساعات.

المطلوب: ما حجم الإنتاج الأمثل الذي يحقق أقصى ربح ممكن؟

الحل :

حسب خطوات استخدام طريقة السمبلكس يكون الحل كما يلي:

1- وضع النموذج الرياضي .

دالة الهدف :

$$Max: \quad z = 8x_1 + 10x_2 + 7x_3$$

تحت القيود

s.t:

$$6x_1 + 4x_2 \leq 3.240$$

$$9x_1 + 4x_2 + 6x_3 \leq 3.672$$

$$5x_1 + 8x_3 \leq 2.052$$

$$0.6x_1 + 0.5x_2 + 0.4x_3 \leq 280$$

$$0.4x_1 + 0.4x_3 \leq 400$$

$$0.5x_1 + 0.2x_3 \leq 600$$

$$, x_1, x_2, x_3 \geq 0$$

2- وضع النموذج في الصورة القياسية التالية .

$$Z = 8x_1 - 10x_2 - 7x_3 = 0$$

$$6x_1 + 4x_2 + x_4 = 3.240$$

$$9x_1 + 4x_2 + 6x_3 + x_5 = 3.672$$

$$5x_1 + 8x_3 + x_6 = 2.052$$

$$0.6x_1 + 0.5x_2 + 0.4x_3 + x_7 = 280$$

$$0.4x_1 + 0.4x_3 + x_8 = 400$$

$$0.5x_1 + 0.2x_3 + x_9 = 600$$

$$, x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7, x_8, x_9 \geq 0$$

حيث $x_4, x_5, x_6, x_7, x_8, x_9$ متغيرات راكدة

3- نوجد الحل الابتدائي:

نضع x_1, x_2, x_3 تساوي صفر ونعوض في النموذج

$$\Rightarrow Z = 0, x_4 = 3.240, x_5 = 3.672, x_6 = 2.052, x_7 = 280, 6x_8 = 400, x_9 = 600$$

إذاً $z, x_4, x_5, x_6, x_7, 6x_8, x_9$ متغيرات أساسية وتكون x_1, x_2, x_3 متغيرات غير أساسية

4- نكون جدول الحل كما يلي:

المتغيرات الأساسية	معاملات المتغيرات										الحل	النسبة
	z	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8	x_9		
z	1	-8	-10	-7	0	0	0	0	0	0	0	
x_4	0	6	4	0	1	0	0	0	0	0	3.24	0.81
x_5	0	9	4	6	0	1	0	0	0	0	3.672	0.92
x_6	0	5	0	8	0	0	1	0	0	0	2.052	–
x_7	0	6/10	5/10	4/10	0	0	0	1	0	0	280	260
x_8	0	4/10	0	4/10	0	0	0	0	1	0	400	–
x_9	0	0	5/10	2/10	0	0	0	0	0	1	600	1200
z	1	7	0	-7	10/4	0	0	0	0	0	8.1	–
x_2	0	6/4	1	0	1/4	0	0	0	0	0	0.81	–
x_5	0	3	0	6	-1	1	0	0	0	0	0.432	0.072
x_6	0	5	0	8	0	0	1	0	0	0	2.052	0.257
x_7	0	-0.15	0	4/10	0.475	0	0	1	0	0	279.6	699
x_8	0	4/10	0	4/10	0	0	0	0	1	0	400	1000
x_9	0	-0.75	0	2/10	-1/8	0	0	0	0	1	599.6	2998
z	1	10.5	0	0	1.33	1.17	0	0	0	0	8.604	
x_2				0							0.81	
x_3				1	-1/6	1/6	0	0	0	0	0.072	
x_6				0							1.476	
x_7				0							279.6	
x_8				0							399.97	
x_9				0							599.59	

وحيث أن صف Z في المرحلة الأخيرة كله موجب

إذاً نكون قد توصلنا الى الحل الأمثل في هذه المرحلة وهو كما يلي:

$x_3 = 0.072$, $x_2 = 0.81$, $z = 8.604$

$x_8 = 799.97$, $x_7 = 279.6$, $x_6 = 1.476$

, $x_9 = 599.59$

طريقة السمبلكس في تخفيض التكاليف:

في مشكلة تخفيض التكاليف سنقوم باستخدام طريقة السمبلكس الثنوية كونها تساعد على تقليص الحسابات وتبسيط الحل بشكل أفضل وأسرع.

وحيث أن هذه الطريقة لا تنطلق ولا تشترط حل ابتدائي أساسي ممكن

- **تعمل هذه الطريقة باسلوب مشابه لطريقة السملبكس العادية إلا ان القواعد الخاصة بتحديد المتغير الداخل والخارج وشرط الأمثلية تختلف وتصبح كما يلي:**

شروط الامثلية: أن تكون جميع الأطراف اليمنى للقيود غير سالبة وشرط الامثلية في سطر دالة الهدف محققاً.

- **تحديد المتغير الخارج: هو المتغير الذي يقابل السطر المحوري والي يتحدد(أي السطر المحوري) من خلال أعلى قيمة سالبة في الحدود المطلقة للقيود.**
- **المتغير الداخل: هو المتغير الذي يقابل أقل نسبة مطلقة من بين نسب عناصر الصف z إلى عناصر الصف المحوري (بستثناء النسب التي يقابلها قيم موجبة أو صفرية).**

ثم نتابع الحل كما في السمبلكس العادية

خطوات طريقة السمبلكس الثنوية بشكل منفصل نوضحها بالمثال التالي:

تمرين(1): منشأة صناعية يمكنها إنتاج (3) سلع ،تمر كل منها بعدة مراحل إنتاجية ، وتصنع بخلطة من المواد الخام ولقد كانت الطاقة الإنتاجية للمراحل الثلاث كما يأتي:

البيان	عدد الآلات	عد الدورات في الأسبوع	الوقت الاحتياطي
مرحلة (1)	4	25	%10
مرحلة (2)	6	20	%15
مرحلة (3)	5	12	%5

وكان الزمن اللازم لإنتاج كل سلعة كما يأتي:

البيان	الأولى	الثانية	الثالثة
الأولى	6	9	5
الثانية	4	4	صفر
الثالثة	صفر	6	8

وبالنسبة للمواد الخام كان ترتيب الوحدة من كل سلعة كنسبة مئوية من الوزن الكلي للسلعة :

البيان	الأولى	الثانية	الثالثة
الأولى	%60	%40	صفر
الثانية	%50	صفر	%50
الثالثة	%40	%40	%20

وكان الوزن المتاح لكل سلعة من السلع الثلاث شهرياً هو 280، 400، 600، كجم على التوالي، فإذا علمت أن ربح الوحدة من السلع الثلاث هو 8 دنانير، 10 دنانير ، و7 دنانير ، على التوالي وأن الشهر 4.5 أسبوع وأن الوردية (8) ساعات.

المطلوب: ما حجم الإنتاج الأمثل الذي يحقق أقصى ربح ممكن؟ (الحل على الطالب)

مثال (2): ليكن لدينا النموذج التالي :

$$Min\ z = 30x_1 + 25x_2 + 20x_3$$
$$100x_1 = 200x_2 + 300x_3 + 300x_3 \geq 3$$
$$500x_1 = 400x_2 + 200x_3 \geq 2$$
$$400x_1 = 250x_2 + 400x_3 \geq 4$$

المطلوب : حل النموذج السابق باستخدام طريقة السمبلكس والسمبلكس الثانوية.

الحل:

بضرب القيود بـ(-1) وإضافة المتغيرات الراكدة:

$$\Rightarrow - 100x_1 - 200x_2 - 300x_3 + s_1 = -3$$
$$- 500x_1 - 400x_2 - 200x_3 + s_2 = -2$$
$$- 400x_1 - 250x_2 - 400x_3 + s_3 = -4$$
$$z- 30x_1 - 25x_2 - 20x_3 = 0$$

	x1	x_2	x_3	s_1	s_2	s_3	الحل
z	-30	-25	-20	0	0	0	0
s_1	-100	-200	-300	1	0	0	-3
s_2	-500	-400	-200	0	1	0	-2
s_3	-400	-250	-400	0	0	1	-4
z	-10	-12.5	0	0	0	-0.05	0.20
s_1			0				0
s_2			0				0
s_3	1	0.625	1	0	0	-0.0025	0.01

إذاً الحل الأمثل هو $z = .20$ ، $x_3 = 0.01$

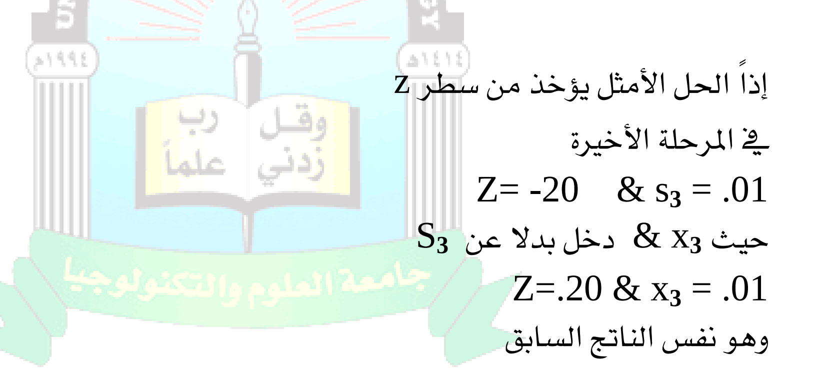
باستخدام الطريقة الثنوية(طريقة أخرى)

$$\text{Min } z=30x_1 + 25x_2 + 20x_3$$
$$100x_1 + 200x_2 + 300x_3 \geq 3$$
$$500x_1 + 400x_2 + 200x_3 \geq 2$$
$$400x_1 + 250x_2 + 400x_3 \geq 4$$

$$\Rightarrow \textbf{Max } z=3x_1 + 2x_2 + 4x_3$$
$$100x_1 + 500x_2 + 400x_3 \leq 30 \Rightarrow \quad 100x_1+500x_2+400x_3+s_1 = 30$$
$$200x_1 + 400x_2 + 250x_3 \leq 25 \quad\quad 200x_1+400x_2+250x_3+s_2 = 25$$
$$300x_1 + 200x_2 + 400x_3 \leq 20 \quad\quad 300x_1 + 200x_2 + 400x_3 + s_3 = 20$$

$\Rightarrow$ **$Z-3x_1 - 2x_2 - 4x_3=0$**

	x_1	x_2	x_3	s_1	s_2	s_3	الحل	
z	-3	-2	-4	0	0	0	0	النسبة
s_1	100	500	400	1	0	0	30	.075
s_2	200	400	250	0	1	0	25	.1
s_3	300	200	400	0	0	1	20	.05
z	0	0	0	0	0	0.01	0.2	
s_1			0				10	
s_2			0				12.5	
x_3	.75	.5	1	0	0	.0025	.05	



إذاً الحل الأمثل يؤخذ من سطر z

في المرحلة الأخيرة

$Z= -20 \quad \& \ s_3 = .01$

حيث x_3 & دخل بدلا عن S_3

$Z=.20 \ \& \ x_3 = .01$

وهو نفس الناتج السابق

تدريب (4)



قلل :

$$Z = 2x_1 + 3x_2$$
$$x_1 + x_2 \leq 14$$
$$6x_1 + 2x_2 \geq 8$$
$$x_1 + 5x_2 \leq 4$$
$$x_1 \leq 3$$
$$x_1 , x_2 \geq 0$$

أسئلة التقويم الذاتي:

1. ما مكونات النموذج العام للبرمجة الخطية؟
2. اذكر خطوات الحل بطريقة السيمبلكس.
3. كيف يمكن تحديد الهدف لتحقيق أكبر ربح ممكن؟

تدريب (5)



ما تصورك لعدد الحلول المثلى بيانياً " أي: عندما يكون الحل الأمثل يمثل بأكثر من نقطة في المنطقة المتاحة".؟

تدريب (6)



لماذا تكون Z_1 موازية Z_2

تدريب (7)



عند استخدام طريقة الحل البسيط، ما عدد الحلول البديلة؟

أسئلة التقويم الذاتي:

?

1. ضع النموذج العام لمسألة البرمجة الخطية على شكل مصفوفات.
2. عدد استخدامات البرمجة الخطية.
3. إلى ماذا يهدف النموذج الرياضي؟

6. تعظيم الربح والشفافية وتقدير الحساسية:

مثال:

تنتج منشأة ثلاثة منتجات تمر كل منها بخطة صنع كالآتي مع ثلاثة آلات تملكها المنشأة.

المنتج	زمن الوحدة بالدقائق على الآلة (أ)	آلة (ب)	آلة (ج)
الأولى	صفر	4	5
الثانية	3	0	4
الثالثة	5	6	صفر

والطاقة القصوى لكل آلة (150) ساعة أسبوعياً للمواد الخام، وكان تركيب المنتج من المنتجات الثلاثة كالنسبة من الوزن الكلي للمنتج كالآتي:

منتج /مواد خام	نسبة المواد الخام (1)	نسبة (2)	نسبة (3)
الأولى	٪35	٪65	صفر
الثانية	٪30	٪30	٪40
الثالثة	٪55	صفر	٪45

وكان الحجم المتاح بالكيلوجرامات (400) كيلو جرام شهرياً.

وكان الحجم الأقصى لكل المبيعات هو 1.000 ، 1.500، 2.000 وحدة شهرياً، وربح الوحدة: 3 دنانير ،5 دنانير ،4 دنانير ، فإذا علمت أن الشهر (4.5) أسابيع ، فما هو أكبر ربح ممكن، إذا علمت أن الكمية المتاحة (40) كجم شهرياً.

(تمرين على الطالب)

تدريب (8)

مثل المسألة الواردة في المثال في أدناه أسئلة تقويم ذاتي (1) باستخدام الصف البسيط "حالة وجود حل متاح".

أسئلة التقويم الذاتي:

1. عظم $z= 3x_1 + 2x_2$

على وفق القيود :

$$2x_1+x_2 \leq 2$$
$$3x_1 + 4x_2 \geq 12$$
$$X_1, x_2 \geq 0$$

2. قلل :

$$Z = 4x_1 + x_2$$

في ظل القيود:

$$Z=4x_1 + x_2 = 3$$
$$4x_1 + 3x_2 \geq 6$$
$$x_1 + 2x_2 \leq 4$$
$$x_1 , x_2 \geq 0$$

تدريب (9)




وضح ظاهرة القيود المكررة.

أسئلة التقويم الذاتي:

1. باستخدام الطريقة البيانية وضح أنه لا يوجد حل مقبول = حل متاح للمسألة الآتية:

$$x_1 + 2x_2 \leq 15$$
$$5x_1 + x_2 \leq 20$$
$$x_1 + x_2 \geq 25$$
$$x_1 , x_2 \geq 0$$

2. كيف تتم صياغة المشكلة؟
3. ما تصورك لتعدد الحلول المثلى بيانياً " أي: عندما يكون الحل الأمثل بأكثر من نقطة في المنطقة المتاحة"
4. ما المقصود بكل من:

أ/ السمبلكس

ب/ تحليل الحساسية.

5. حل مسائل البرمجة الخطية الآتية باستعمال الطريقة البيانية:

عظم $z = 5x_1 + 3x_2$

حسب القيود :

$$3x_1 + 5x_2 \leq 15$$
$$5x_1 + 2x_2 \leq 10$$

؟

8. الخلاصة :

حاولت هذه الوحدة من مقرر بحوث العمليات عرض القسم الأول في موضوع استخدام الطريقة العلمية في الإدارة حيث إنه تنطلق فلسفة بحوث العمليات من استخدام المدخل العلمي لدراسة العمليات وتحليل المشكلات التي تواجهها وإيجاد الحلول المثالية لها.

لذلك فإن بحوث العمليات تعد إدارة مهمة تقدم لمتخذي القرارات المنهج والأسلوب العلميين لتحليل المشكلات واتخاذ القرارات.

أما تسلسل خطوات تطبيق بحوث العمليات فتتم وفقاً للطريقة العلمية بدءاً من الملاحظة والمشاهدة، وتجميع المعلومات، ثم صياغة المشكلة وتحديد عناصرها، ويلي ذلك بناء النموذج الرياضي. ثم تحليل النموذج وإيجاد الحل المثالي، وأخيراً تنفيذ الحل وتقويم النتائج. أما النموذج الرياضي فهو عبارة عن تمثيل تجريدي للمشكلة يتكون من مجموعة من الصيغ الرياضية التي تعكس العلاقات بين متغيرات المشكلة.

وتصنف بحوث العمليات بشكل عام إلى أربع مجموعات كبيرة هي: أساليب البرمجة الخطية، وأساليب دراسة الاحتمالات، وأساليب التحليل الشبكي، والأساليب الرياضية الأخرى. وبينما تستخدم أساليب البرمجة الخطية في ظروف التأكد فإن أساليب دراسة الاحتمالات تستخدم في ظروف عدم التأكد، حيث تكون متغيرات المشكلة ونتائج حلها ذات طبيعة احتمالية، وأما أساليب التحليل الشبكي فتستخدم في إدارة المشروعات وتضم أساليب يمكن استخدامها في ظروف التأكد وأخرى تستخدم في ظروف عدم التأكد.

أما القسم الثاني من هذه الوحدة ،فهو التخطيط الرياضي المستقيم – حيث يتطلب عمل أي جزء من وظائف الإدارة وجود هدف وهو ما لابد من التعرف عليه، بغرض الوصول إليه، ووجود طرق بديلة، ووجود قيم، ومن الطرق المستخدمة طريقة الرسم البياني كأسلوب تخطيطي رياضي مستقيم لحل المشكلات التي تقابل الإدارة.

فالبرمجة الخطية هي أسلوب علمي واسع الانتشار ساعدت وتساعد على اتخاذ القرار الإداري المناسب وهي جزء رئيس مما يسمى بالبرمجة الرياضية.

ويتكون النموذج الخطي للمسألة من دالة الهدف والقيود وهي دالات خطية، وقد تكون دالة الهدف دالة تعظيم أو دالة تقليل موضوعة على عدد من القيود على شكل متباينات أكبر أو يساوي أو أقل أو يساوي أو معادلات.

لحل مسألة البرمجة الخطية تتبع الخطوات الآتية:

❖ حصر النموذج الخطي للمسألة، القيود ودالة الهدف.

❖ استخدم إحدى الطريقتين الآتيتين:

أ- طريقة الرسم البياني

ب- طريقة الصنف البسيط سمبلكس.

كما تناولت هذه الوحدة من مقرر "بحوث العمليات" طريقة السمبلكس – الشفافية وتقدير الحساسية.

أوصيك الآن بمراجعة الأهداف التعليمية المشار إليها في هذه الوحدة، هل باستطاعتك الآن تحقيق تلك الأهداف؟

إذا كان جوابك نعم، فقد استوعبت موضوع هذه الوحدة، وإلا فقم بدراسة الوحدة دراسة متأنية بما في ذلك الأمثلة والتدريبات ثم يمكنك مقارنة استيعابك بالملخص الآتي:

هناك مسألتان للبرمجة الخطية: إحداهما تسمى المسألة الأساسية، والأخرى تسمى المسألة المزدوجة "المقابلة"، ومن الممكن التحويل من إحدى الصيغتين إلى الأخرى بسهولة. تتلخص طريقة التحويل باعتبار المسألة الأولى بالأساسية وتحويلها إلى الشكل القياسي ثم إتباع ما يأتي:

❖ تحويل دالة التعظيم إلى دالة تقليل.

❖ كل قيد في المسألة الأساسية يقابله متغير في المسألة المزدوجة والعكس صحيح.

كما تضمنت الوحدة تدريبات وأمثلة محلولة حلاً نموذجياً بطريقة الصف البسيط المقابل الذي يبدأ بتحويل المتباينات على شكل $\geq$ أكبر من أو يساوي إلى $\leq$ أصغر من أو يساوي بضربها في -1 ، وهذا يؤدي إلى أن يتحول الحل الأولي "الابتدائي" إلى حل غير متاح مما يستدعي تحويل الحل الناتج إلى حل متاح مع المحافظة على بقاء الحل الأمثل. أرجو متابعة خطوات الحل من خلال الأمثلة والتدريبات متابعة دقيقة.

أما تقدير الحساسية فيعني مدى تأثر الحل الأمثل بالمتغيرات التي تطرأ على المسألة الأساسية، ويمكن إجراء ذلك دون اللجوء إلى مسألة البرمجة الخطية من البداية، وتشمل ما يأتي:

- تحديد مجال ثبوت الحل الأمثل عند تغيير الطرف الأيمن للقيود "الحد الأدنى والأعلى".
- تحديد مجال ثبوت الحل الأمثل عند تغيير معاملات دالة الهدف "الحد الأدنى والأعلى".
- تحديد أثر إضافة "حذف" متغيرات "أنشطة" جديدة على الحل الأمثل.
- تحليل أثر معاملات المتغيرات في الطرف الأيسر من القيود "الكميات المستخدمة من الموارد في الأنشطة المختلفة".

مرة أخرى نأمل أن تكون قد انتفعت بتلك الوحدة، وتقوم بتطبيق فحواها في مجال عملك في المستقبل، مع الدعاء لك بالتوفيق.



9. لمحة مسبقة عن الوحدة الدراسية الثالثة:

عزيزي الدارس، تتناول الوحدة الآتية موضوع المسائل الخاصة في البرمجة الخطية، وتشمل مشكلات النقل والنقل العابر.

تتعلق مشكلة النقل بإيجاد الحل الأمثل "أقل التكاليف" لنقل كمية من سلعة معينة "مورد معين" من عدد من مراكز الإنتاج Sources إلى عدد من مراكز التوزيع Destination بهدف سد احتياجات هذه المراكز.



10. إجابات التدريبات:

تدريب (1)

بما أن المتباينة على شكل ≤ أقل من أو يساوي، أي: أن الطرف الأيسر قد يكون أقل من الطرف الأيمن نضيف متغيراً مكملاً إلى الطرف الأيسر "سنرمز له بالرمز S_1 ، حيث S_1 تشير إلى رقم القيد لتصبح على الشكل الآتي:

$x_1 + 2x_2 + s_1 = 6$ حيث s_1 يمثل المتغير المكمل.

وتصبح قيمة $s_1=0$

تدريب (2)

رياضياً هذه المسألة تكافئ:

قلل $z= 2x_2 + 4x_3$

تدريب (3)

أ- اضرب القيد الثاني ب (1-)

اطرح المتغير المكمل s_2 من الطرف الأيسر للقيد الثاني.

ج-اضرب متغير فائض s_3 إلى الطرف الأيسر.

د- عوض بدل $z= 2x_2 - 2x_1 - x_1$

تدريب (4)

$x_1 = 817 - x_2 = 471 - z = 4$

تدريب (5)

يعبر عن ذلك بيانياً بأن تكون دالة الهدف موازية لأحد القيود، أي: أن نقاط الحل الأمثل هو لا نهائي Infinite .

تدريب (6)

بما أن التغير الذي حصل في معادلة دالة الهدف يشمل الطرف الأيمن فقط. لذلك عند رسم خطين مثل "z2 , z1" يختلفان في الطرف الأيمن فإن لهما الميل نفسه:

$$\text{الميل يساوي} \; \frac{x_1 \text{ معامل}}{x_2 \text{ معامل}} = \text{مقدار ثابت}$$

ويختلف بعدهما عن نقطة الأصل بسبب اختلاف الطرف الأيمن.

تدريب (7)

حالة وجود قيود مكررة:

يتضح أحياناً وخاصة عند رسم القيود إمكانية حذف بعضها دون التأثير في المنطقة المتاحة للمسألة، ومعنى ذلك أن القيد مكرر فلن يؤثر في الحل الأمثل – القيد المكرر Redundant Constraint عبارة عن تجميع خطي للقيود الأخرى في المسألة



11. قائمة المصطلحات:

- بحوث العمليات **Operation Research**

هي مجموعة من الأساليب والطرق المستمدة من العلوم الرياضية والإحصائية، وتستخدم على وفق منهج محدد لدراسة العمليات وتحليل المشكلات التي تواجهها بهدف إيجاد الحل الأمثل لهذه المشكلات.

- البدائل **Alternative**

وتسمى الحلول البديلة، وتمثل مجموعة الحلول الممكنة لمشكلة معينة، و يتم تقويمها على وفق منهج محدد لاختيار الحل الأمثل.

- المعاملات **Parameters**

هي القيم الثابتة في المعادلات الرياضية للنموذج.

- النظام **Systems**

هو مجموعة مرتبة من العناصر "المرتبطة معاً" لتقوم بوظيفة معينة أو لتحقق هدفاً محدداً.

- نظرية القرار **Decision**

أحد أساليب بحوث العمليات، وتستخدم لتحليل المشكلات واتخاذ القرارات في ظروف عدم التأكد ودراسة احتمالات نتائجها.

- دالة الهدف **Objective Function**

عبارة عن علاقة رياضية تمثل الهدف المنشود من حل المشكلة، وهي أحد أجزاء النموذج الرياضي للمشكلة.

- الطريقة العلمية لحل المشكلات **Scientific Method**

هي الطريقة التي تعتمد في حل المشكلات استناداً إلى المنطق العلمي الذي يقود الباحث من الملاحظة والمشاهدة وتجميع المعلومات إلى صياغة المشكلة وتحديدها، ثم بناء النموذج الرياضي المناسب، الذي يستخدم لتحليل المشكلة واختبار الفروض الموضوعة، للوصول إلى الحل الأمثل.

- القيود Contents

هي مجموعة من المعادلات أو المتباينات الرياضية تمثل إما الموارد المحدودة في المشكلة أو الحدود الدنيا المطلوبة للأنشطة المختلفة، وتعد جزءاً أساسياً من النموذج الرياضي في أساليب البرمجة الرياضية.

- المتغيرات Variables

هي ما تعبر عنه الرموز الرياضية المستخدمة لتمثيل عوامل المشكلة في النموذج الرياضي. وسميت بالمتغيرات لأنها يمكن أن تأخذ قيماً مختلفة، وتصنف المتغيرات إلى متغيرات تابعة ومتغيرات مستقلة. وتحدد قيم المتغيرات التابعة في ضوء القيم التي تأخذها المتغيرات المستغلة، فلا تتعلق أو ترتبط بأي عوامل ضمن النموذج.

- نظام المعلومات الإداري MIS

نظام يهدف إلى تزويد متخذي القرار الإداري في المؤسسات بالمعلومات اللازمة لهم، وذلك عن طريق جمع البيانات ومعالجتها وتخزينها وإيصالها للمستفيدين منها من خلال استخدام الحواسيب في هذه العمليات.

- النموذج Model

وهو عبارة عن تمثيل تجريدي للحالة أو العملية التي تجري دراستها، بشكل معادلات رياضية أو بشكل بياني أو مادي.

- برمجة خطية Linear Programming

أحد أساليب بحوث العمليات ذات الدوال الخطية.

- تحلل Degeneracy

حالة وجود أكثر من حل عندما يكون أحد المتغيرات الأساسية في جدول الحل الأمثل يساوي صفراً.

- تعظيم Maximization

إيجاد قيمة المتغيرات التي تعظم دالة الهدف ما أمكن.

- تقليل "تصغير" Minimization

إيجاد قيمة المتغيرات التي تقلل دالة الهدف ما أمكن.

الحل الذي يعبر عن نقطة الأصل "دالة الهدف = صفر"

- حل أمثل "الأفضل" Optional Solution

الحل النهائي الذي يمثل أفضل دالة هدف.

-حل غير متاح "غير ممكن – غير مقبول" Invisible Solution :

الحل الناتج عن عدم تحديد منطقة متاحة للحل من القيود في آن واحد.

-حل غير محدد " غير محدود" Unbounded Solution

أن تكون دالة الهدف "أو المنطقة المتاحة" غير محددة.

- الحل المتاح " ممكن – مناسب" Feasible Solution

الحل الذي يحقق جميع قيود المسألة ويكون موجباً

- دالة الهدف Objective Function

دالة تمثل أعظم الأرباح أو أقل التكاليف.

- طريقة بيانية Graphical Method

إحدى الطرق لحل مسائل البرمجة الخطية التي تحتوي على متغيرين باستخدام الرسم البياني.

- طريقة الصف البسيط "سيمبلكس" Simplex Method :

طريقة جبرية لحل مشكلات البرمجة الخطية بطريقة دورانية.

- طريقة الحذف Elimination Method :

إحدى الطرق لحل المعادلات الآنية.

- عنصر المحور "الارتكاز" Pivot Element :

العنصر الواقع عند تقاطع عمود المحور مع صف المحور.

- متباينة Inequality :

عكس المساواة.

- متغير خارج Leaving Variable:

متغير أساسي يخرج من قاعدة الحل للحصول على حل أفضل عند بناء الجدول الجديد.

- متغير داخل Entering Variable:

متغير غير أساسي يدخل إلى قاعدة الحل لتحسين الحل في الجدول التالي.

- متغيرات فائضة "مضافة" Surplus Variables:

متغير يطرح من الطرف الأيسر ليصبح مساوياً للطرف الأيمن.

- **متغيرات مكملة "عاطلة – راكدة – خاملة" Variables Slack:**

متغير يضاف إلى الطرف الأيسر ليصبح مساوياً للطرف الأيمن.

- **تحليل الحساسية Sensitivity Analysis:**

مدى تأثر الحل الأمثل بالمتغيرات التي تطرأ على المسألة الأصلية.

- **شرط أمثلية الحل Optimality Condition:**

الشرط الواجب تحققه لتصبح قيمة دالة الهدف أفضل ما يمكن.

- **شرط الحل المتاح أو الممكن "شرط إتاحة الحل" Feasibility Condition:**

أن تكون جميع قيم المتغيرات موجبة.



12. المراجع:

1. إبراهيم أحمد أونور، بحوث العمليات- مفاهيم نظرية وتطبيقية(الخرطوم: د.ن ،د.ت).
2. أحمد سرور محمد، إدارة الإنتاج (القاهرة: مكتبة عين شمس، 1990).
3. أحمد سرور محمد، وآخرون. إدارة العمليات (القاهرة: مكتبة عين شمس، 1999م).
4. أحمد سرور محمد، بحوث العمليات في الإدارة (القاهرة: مكتبة عين شمس، 1987م)
5. أحمد سرور أحمد، محاضرات في بحوث العمليات (القاهرة: كلية التجارة وإدارة الأعمال، جامعة حلوان 1988م).
6. حمدي طه، مقدمة في بحوث العمليات، تعريب: أحمد حسين على حسين (الرياض: دار المريخ للنشر، 1996م).
7. دالحناوي، محمد صالح، وماضي، محمد توفيق، بحوث العمليات في تخطيط ومراقبة الإنتاج (الإسكندرية: الدار الجامعية، 1996م).
8. على العلاونة، وآخرون ، بحوث في العمليات في العلوم التجارية (الأردن، عمان: دار المستقبل للنشر والتوزيع، 2000م).
9. مصطفي، أحمد سيد، إدارة الإنتاج والعمليات في الصناعة والخدمات (القاهرة: الأنجلو مصرية، 1993م).
10. ماضي، محمد توفيق، إدارة الإنتاج والعمليات- مدخل اتخاذ القرارات (الإسكندرية: الدار الجامعية، 1996م).
11. جلال الأشعري، 2010، بحوث العمليات ، محاضرات ، جامعة صنعاء.
12. StevenSon.W.J. Production & Operation Management (London: Richard Irwin1996).
13. Hamdy .A.Taha. Operation Research & Introduction (London: Prentice Hall. Inc.1997).

الوحدة الثالثة 3

نماذج النقل


UNIVERSITY OF SCIENCE & TECHNOLOGY
١٩٩٤م
١٤١٤هـ
وقل رب زدني علماً
جامعة العلوم والتكنولوجيا

محتويات الوحدة

الموضـــــوع	الصفحة
1 .المقدمة	84
1.1 تمهيد	84
2.1 الأهداف	84
2. نماذج النقل	85
3. الخلاصة	99
4. لمحة مسبقة عن الوحدة الدراسية الرابعة	100
5. إجابات التدريبات	101
6. مسرد المصطلحات	102
7. المراجع	103



1- المقدمة:

1.1 التمهيد:

عزيزي الدارس،

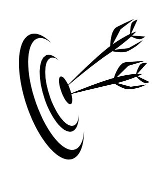
مرحباً بك في الوحدة الثالثة من مقرر بحوث العمليات، و تدرس فيها مشكلات النقل. وتعد مشكلة النقل من المشكلات المهمة المتعلقة بالبحث عن الاستخدام الأمثل للموارد وإيجاد الخطط المثلى لعمليات النقل والتوزيع سواء كان ذلك على مستوى الأفراد أم على مستوى منظمات العمل أم على مستوى الاقتصاد الوطني كله.

من خلال متابعتك عزيزي الدارس للأمثلة التطبيقية المجاب عنها ستقف على خصائص وطبيعة مشكلات النقل وتطبيقاتها واستخداماتها المختلفة.

إلى جانب الحالات التطبيقية المجاب عنها ستجد في ثنايا هذه الوحدة أسئلة تقويم ذاتي وتدريبات ترد إجاباتها في نهاية هذه الوحدة.

كما ذيلنا هذه الوحدة بمسرد للمصطلحات العلمية. أهلاً بك مرة أخرى في هذه الوحدة، ونرجو أن تستمتع بدراستها، وأن تستفيد منها، وأن تشاركنا في نقدها وتقييمها.

2.1 أهداف الوحدة:



عزيزي الدارس، بعد فراغك من دراسة هذه الوحدة ينبغي أن تكون قادراً على أن:

1. تعرف مشكلات النقل وكيفية استخدامها.
2. تستخدم نماذج النقل في إيجاد الحلول المثلى لمشكلات التوزيع.
3. تختار برامج الإنتاج الأقل تكلفة.
4. تعرف طرق حل النماذج الرياضية لمشكلة النقل.
5. تلمّ بكيفية تحسين الحل.

2.نماذج النقل:

طرق النقل (نمدج النقل)س:

- طرق النقل هي أحد طرق البرمجة الخطية، فهي تعالج مشاكل كثيرة في الإدارة.

وتمتاز طريقة النقل عن باقي الطرق بأن متغيراتها كثيرة وقيودها كثيرة حيث يكون من الصعب حلها باستخدام باقي الطرق(السمبلكس ، البيانية).

- فكرة ومفهوم طريقة النقل يمكن إيضاحها كما يلي:

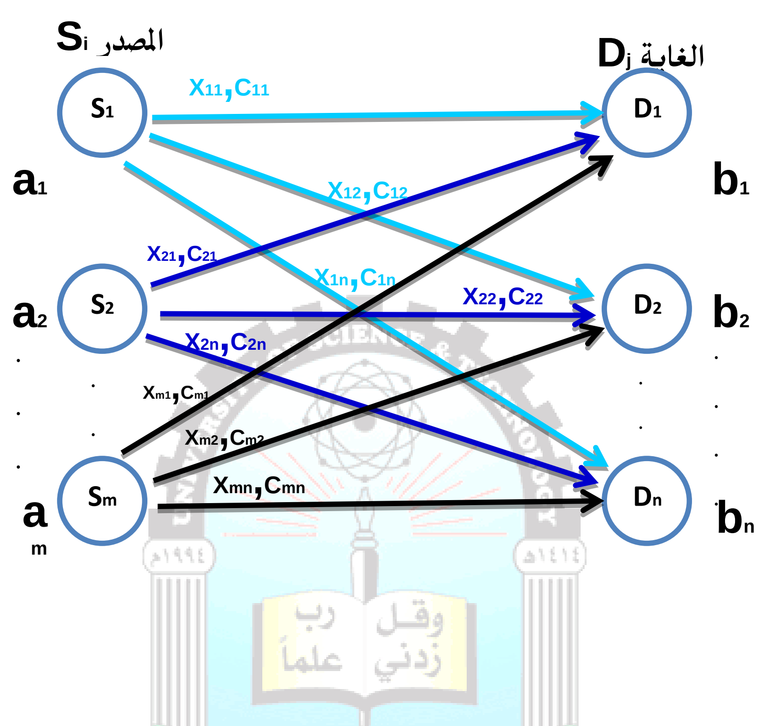
مناطق الانتاج (المصدر) ويرمز (له)بالرمز S_i	**مناطق الاحتياج(الغاية) ويرمز لها بالرمز** D_i
S_1 ينتج السلعة a_1	D_1 يحتاج b_1
⋮	⋮
S_2 ينتج السلعة a_2	D_2 يحتاج b_2
S_m ينتج السلعة a_m	D_n يحتاج b_n

ونريد نقل السلع من مصادرها المختلفة إلى مناطق الاحتياج المختلفة بتكاليف نقل هي C_{ij}

فإن متغيرات هذه المشكلة هي عدد الوحدات X_{ij} التي يجب نقلها من المصدر S_1 إلى الغاية D_j

وتكون C_{ij} و b_j و a_i معالم معطاه.

ويمكن تمثيل ما سبق بالمخطط التالي:



- شرط ضروري أن تلبي المصادر الغايات(يجب أن يكون مجموع الطاقة الإنتاجية = الطاقة التخزينية)

- شرط ضروري في مشكلة النقل هو أن تكون عدد المصادر + عدد الغايات -1 يساوي عدد الخلايا المشغولة(عدد المتغيرات في الحل الإبتدائي الممكن) وذلك من أجل تحسين الحل الابتدائي الممكن.

تمثل مشكلة النقل كما جرت العادة بجدول كما يلي:

الغاية D_i / المصدر S_i	D_1	D_2	....	D_n	المتوفر في المصدر
S_1	x_{11} C_{11}	x_{12} C_{12}	....	x_{1n} C_{1n}	a_1
S_2	x_{21} C_{21}	x_{22} C_{22}	....	x_{2n} C_{2n}	a_2
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
S_m	x_{m1} C_{m1}	x_{m2} C_{m2}	....	x_{mn} C_{mn}	a_m
المطلوب في الغاية	b_1	b_2	....	b_n	$\sum a_i$ / $\sum b_j$

جدول رقم (1)

من الجدول السابق يتم بناء النموذج(نموذج النقل) كما يلي:

- تكاليف النقل الكلية هي : Z (دالة الهدف)

$$\Rightarrow \quad Z=(c_{11}x_{11}+c_{12}x_{12}+\ldots+c_{1n}x_{1n})+(c_{21}x_{21}+c_{22}x_{22}+\ldots c_{2n}x_{2n}) +\ldots\ldots+(c_{m1}x_{m1}+c_{m2}x_{m2}+\ldots+c_{mn}x_{mn})$$

أي أن:

$$Z=\sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n}C_{ij}X_{ij}$$

- القيود الهيكلية هي:

$$\left.\begin{aligned} x_{11}+x_{12}+\ldots\ldots+x_{1n}&\le a_1\\ x_{21}+x_{22}+\ldots\ldots+x_{2n}&\le a_2\\ x_{m1}+x_{m2}+\ldots\ldots+x_{mn}&\le a_m \end{aligned}\right\}$$

قيود على المصادر

أي أن $\sum_{j=1}^{n}x_{ij}\le a_i$

And

$$\left.\begin{array}{l} x_{11}+x_{21}+......+x_{m1}\geq b_1 \\ x_{12}+x_{22}+......+x_{m2}\leq b_2 \\ x_{1n}+x_{2n}+......+x_{mn}\geq b_n \end{array}\right\}$$ قيود على الغاية

أي أن $\sum_{i=1}^{m} x_{ij}\geq b_j$

القيود اللاسالبية هي: $x_{11},x_{12}.......,x_{mn}\geq 0$ أي أن $x_{ij}\geq 0$

- إذا كانت المصادر لا تلبي الغايات(ما ينتج أقل مما يطلب في المخازن مثلاً)

في هذه الحالة نضيف مصدراً وهمياً بتكلفة = صفر حتى يتساوى المصادر مع الغاية.

والعكس إذا كانت المصادر تزيد على الغايات يتم إضافة غاية وهمية بتكلفة صفر.

- الخلية الداخلة: هي خلية فارغة تملك أقل قيمة سالبة لـ I_{ij}.

الخلية الخارجة: تحدد على مرحلتين هما:

1- الإنتقال من الخلية الداخلة بمسار إلى أول خلية مشغولة بشكل عمودي ثم تنتقل بشكل أفقي إلى أول خلية مشغولة ثم عمودياً إلى أول خلية مشغولة وهكذا حتى نصل إلى خلية مشغولة على نفس سطر الخلية الداخلة ثم نصل إلى الخلية الداخلة فنحصل على مسار مغلق يسمى مسار الخلية الداخلة.

2 - الخلايا التي مررنا بها تعطي إشارة مترددة الأولى (+) ثم (−) بشكل متتالي ثم نحدد الخلية التي تحمل أقل قيمة سالبة ونقوم بإضافتها إلى قيم الخلايا التي تحمل الإشارة(+) ثم نطرحها من الخلايا التي تحمل إشارة سالبة فتصبح الخلية التي أضفناها وطرحناها فارغة وهي الخلية الخارجة(أي أن الخلية التي تصبح فارغة هي الخلية الخارجة).

- خلية الركن الشمالي الغربي هي أول خلية في الجدول من على اليسار.

خطوات حل مشكلة النقل:

1- وضع المشكلة في جدول واستكمالة إذا ما كان $\sum a_i > \sum b_j$ أو العكس بإضافة مصدر وهمي بتكلفة = صفر، أو إذا كان العكس إضافة غاية وهمية بتكاليف = صفر.

2- إيجاد الحل الإبتدائي الممكن (نستخدم طريقة الركن الشمالي الغربي لإيجادة).

3- إيجاد مؤشرات لتقويم الخلايا الفارغة وذلك كما يلي:

نفرض وجود قيمة وحدة زائدة في المصدر S_i وهي U_i

ونفرض وجود قيمة وحدة زائدة في الغاية D_i وهي V_i

فيكون مؤشر تقويم الخلية الفارغة(S_i , D_i) هو :

$I_{ij}=C_{ij}-U_i-V_i$ لجميع الخلايا الفارغة.

حيث C_{ij} هي تكاليف الخلايا المشغولة.

4- إذا كان $I_{ij} \geq 0$ لجميع الخلايا الفارغة فإن الحل يكون حل أمثل عندما تكون المشكلة هي تصغير ويكون الحل أمثل في حالة المشكلة «تعظيم» عندما $I_{ij} \leq 0$ لجميع الخلايا الفارغة.

تتوقف عند هذه الخطوة إذا كان الحل أمثل. أما إذا كان الحل ليس أمثلاً ننتقل إلى الخطوة التالية:

5- تحسين الحل: حيث تقوم بتحديد الخلية الداخلة والخلية الخارجة ثم تجرى عملية التحسين ثم ننتقل إلى الخطوة(3).

- تفاصيل هذة الخطوات سيتم شرحها و توضيحها من خلال المثال التالي:

مثال: لنفترض وجود ثلاثة مراكز استهلاك ويبين الجدول في أدناه البيانات الخاصة بالطاقات وتكاليف النقل بين هذه المراكز:

مراكز التوريد	طاقة المراكز "التوريد بالطن"	مراكز التوزيع		
		1	2	3
A	150 [6]	[8]		[10]
B	175 [7]	[11]		[11]
C	275 [4]	[5]		[12]
حجم طلب مراكز الاستهلاك بالطن		200	100	300

الحل:

1- نكون الجدول ونلاحظ أن الجدول مستكمل حيث $\sum a_i = \sum b_j = 600$

جدول رقم 4:

D_i الاستهلاك / S_i التوريد	D1 [6]	D2 [8]	D3 [10]	طاقة التوريد
S1	150 [7]	[11]	[11]	150
S2	50 [4]	100 [5]	25 [12]	175
S3			275	275
طلب الاستهلاك	200	100	300	600

الحل الإبتدائي الممكن هو $x_{11}=150,\ x_{21}=50,\ x_{22}=100,\ x_{23}=25,\ x_{33}=275$

تكاليف النقل $z = 5925$

نلاحظ أن عدد المتغيرات في هذا الحل هي 5 وهي تساوي عدد مراكز الإستهلاك + عدد مراكز التوريد – 1 وهذا هو الشرط الضروري لتحسين هذا الحل.

- الخطوة الثانية: إختبار الحل الإبتدائي هل هو حل أمثل وعلية نحسب مؤشر الخلايا الفارغة.

نضع $u_1=0$ وعلية فإن الخلية المشغولة الأولى هي (S_1,D_1) فيها $C_{11}=6$ وتقابل u_1,v_1

إذاً $u_1+v_1=c_{11}$

$$\Rightarrow 0+v_1=6$$

وهكذا باقي الخلايا المشغولة

$$\Rightarrow v_1=6$$

$\Rightarrow u_2=1, u_3=2, v_2=10, v_3=10$ كما في الجدول التالي

ويكون المؤشر هو $I_{ij}=C_{ij}-u_i-v_j$

لجميع الخلايا الفارغة ، C_{ij} تكاليف الخلايا الفارغة.

$$\Rightarrow I_{12}=-2, I_{13}=0, I_{31}=-4, I_{32}=-7$$

جدول رقم 5:

D_i / S_i	D_1	D_2	D_3	الطاقة	u_i
S_1	150 [6]	100 [8]	[10]	150	$u_1=0$
S_2	50 [7]	100 [11]	25 [11]	175	$u_2=1$
S_3	[4]	[5]	275 [12]	275	$u_3=2$
الطلب	200	100	300	600	
v_i	$V_1=6$	$V_2=10$	$V_3=10$		

من هذا الجدول الأخير يكون الحل الحسن هو: z=5725

$x_{11}=50, x_{12}=100, x_{21}=150, x_{23}=25, x_{33}=275$

وهذا الحل هو أفضل من الحل الأول حيث أن الفارق بينهم هو 200 = 5725 - 5925

وهذا الفارق ما هو إلا حاصل ضرب $z = \left| I_{12} \right|$ في عدد الوحدات المنقولة (100)

وهذا الحل الأخير فية عدد الخلايا المشغولة 5 خلايا وبالتالي الشرط الضروري متوفر.

إذاً هذا الحل قابل للتحسين مالم يكون هذا الحل أمثل

إذاً نختبر الحل هل هو أمثل بنفس الطريقة السابقة:

$$\Rightarrow u_1 = 0 , v_1 = 6 , v_2 = + , v_3 = 10 , u_2 = 1 , u_3 = 2$$

كما في الجدول التالي:

$$I_{13} = 0 , I_{22} = 2 , I_{31} = -4 , I_{32} = -5$$

إذاً الحل ليس أمثل ويتم تحسين الحل كما سبق وكذلك الجدول الذي يضهر المسار المغلق.

S_i \ D_i	D_1	D_2	D_3	الطاقة	u_i
S1	50 [6]	100	[10]	150	U1=0
S2	[7] 150-	[1]	+25 [11]	175	U2=1
S3	+ [4]	[5]	-275 [21]	275	U3=2
الطلب	200	100	300	600	
vi	V1 = 6	V2 =8	V3=10		

وينتج لنا الجدول التالي:

D_i / S_i	D_1	D_2	D_3	الطاقة	u_i
S1	50 [6]	100	[10]	150	U1=0
S2	[7] 150	[1]	175 [11]	175	U2=1
S3	[4]	[5]	125 [21]	275	U3=2
الطلب	200	100	300	600	
vi					

إذاً الحل الحسن هو :

$$x_{11}=50\,,\,x_{12}=100\,,\,x_{23}=175\,,\,x_{31}=150\,,\,x_{33}=125$$

وهذا أفضل من الحل السابق بمقدار **600**

ثم يختبر هذا الحل بنفس الطريقة السابقة حتى تصل إلى الحل الأمثل الذي عنده يكون جميع I_{ij} موجبة.

مصنع يقوم بإنتاج (3) سلع في أقسام إنتاجية فإذا علمت أن الطاقة الإنتاجية للأقسام الثلاثة في الوقت العادي أو الوقت الإضافي إذا تبين لك البيانات التالية:

الأولى: وقت عادى 3,000 ووقت إضافي 2.000 ساعة

الثاني: وقت عادى 2,500ووقت إضافي 1.500 ساعة

الثالث: وقت عادى 1,000 ووقت إضافي صفر ساعة.

وتكلفة الإنتاج للوحدة الواحدة في كل قسم إنتاجي، وبأن الخلايا الخالية من التكاليف تظهر أن القسم الإنتاجي لا يعمل وقتاً إضافياً أو لا يمكنه إنتاج السلعة.

		س1	س2	س3	الوقت
1	عادي	10	12	-	3,000
	إضافي	15	14	-	2,000
2	عادي	12	14	14	2,500
	إضافي	16	17	15	1,200
3	عادي	10	12	-	1,000
	إضافي	-	-	-	-
		4,000	3,500	2,500	

(ج) وأن المبيعات المنتظرة من السلع الثلاث هي: 4,000، 3,000، 2,500، وحدة من المنتجات على التوالي، وأن المطلوب تخطيط إنتاج لهذه السلعة في الأقسام الإنتاجية حيث تصبح تكاليف الإنتاج أقل ما يمكن باستخدام طريقة النقل

(تمرين على الطالب)

مثال:

تمتلك منشأة صناعية مصنعين، وتنتج سلعتين، ويمكن إنتاج إحداهما أو كلتيهما في كل من المصنعين، فإذا علمت أن:

أ- المنشأة تعاقدت على بيع (4,000) وحدة من السلعة الأولى و (5,000) وحدة من السلعة الثانية لأحد العملاء علماً بأنه يوجد سوق لبيع كل من السلعتين لعملاءآخرين بلا حدود.

ب- تكلفة إنتاج الوحدة من السلعة الأولى في المصنع الأول (4) دنانير وفي المصنع الثاني (5) دنانير ، وتكلفة إنتاج الوحدة من السلعة الثانية في المصنع الأول (7) دنانير وفي المصنع الثاني (4) دنانير.

ج- الطاقة الإنتاجية القصوى لكل من المصنعين هي (7,000) وحدة، (6,000) وحدة.

المطلوب: تحديد الكمية المنتجة لكل سلعة في كل مصنع بحيث تصبح التكاليف أقل ما يمكن باستخدام أسلوب السمبلكس.

(تمرين على الطالب)

تدريب (1)

اشرح خطوات وطرق حل النماذج الرياضية لمسائل النقل.

أسئلة التقويم الذاتي:

?

1. عرف النموذج الرياضي لمشكلات النقل.
2. حدد مكونات النموذج الرياضي واشتراطاته.
3. اشرح التمثيل الجدولي لمسائل النقل.

استخدام طريقة النقل كأحد أساليب التخطيط الرياضي المستقيم وكأحد أساليب البرمجة الخطية في مشكلات التوزيع:

1- **تمهيد:** ويتم تصوير المشكلة في صورة جدول، فإذا كانت السلع غير مرمزة يفرض لها ترميز مناسب.

2- **حل مبدئي باستخدام جدول رقم (1).**

وهناك ثلاث طرق تتبع في إجراء الحل المبدئي:

أ- طريقة الركن الشمالي الغربي.

ب- طريقة أخذ التكاليف في الحسبان.

ج- طريقة الفروق.

3- **اختبار مثالية الحل المبدئي لتقييم الخلايا الفارغة في حل الجدول المبدئي. وهناك طريقتان للتقييم هما:**

(أ) طريقة الشكل الرباعي

(ب) طريقة الإضافي، أي: إضافة صف جديد وعمود جديد، على الجدول المراد تقييم خلاياه فارغة.

4- **نخرج جدول رقم (2)**

نختبر مثالية الحل في جدول رقم (2) ، نكرر ما سبق حتى نصل إلى الجدول الذي تكون فيه نتيجة تقييم خلاياه الفارغة كلها أصفاراً أو قيماً موجبة أكبر من الصفر.

تدريب (2)

لنفترض وجود ثلاثة مراكز استهلاك ويبين الجدول في أدناه البيانات الخاصة بالطاقات وتكاليف النقل بين هذه المراكز:

مراكز التوريد	طاقة المراكز "التوريد بالطن"	مراكز التوزيع		
		1	2	3
A	150	6	8	10
B	175	7	11	11
C	275	4	5	12
حجم طلب مراكز الاستهلاك بالطن		200	100	300

المطلوب: إيجاد الحل الممكن بوساطة قاعدة الزاوية الشمالية الغربية.

أسئلة التقويم الذاتي:



1. اشرح المنطق المستخدم لإيجاد الحل الابتدائي "أول حل ممكن لمشكلة النقل على وفق كل من القواعد الآتية:
   أ- قاعدة الزاوية الشمالية الغربية.
   ب- قاعدة التكاليف الأقل.
   ج- قاعدة التكاليف الأقل في العمود.
2. قارن بين الطرق المذكورة في أعلاه، وحدد الطرق التي تمكننا من الوصول إلى حل أقرب إلى الحل المثالي.
3. اشرح ومنطق خطوات طريقة الزاوية الشمالية الغربية.

تمرين محلول:

مصنع يقوم بإنتاج (3) سلع في ثلاثة أقسام إنتاجية إذا علمت أن:

أ- المبيعات المقدرة من السلع الثلاث هي: 600،500،400، وحدة على التوالي.

ب- الطاقة الإنتاجية للأقسام الثلاثة في الوقت العادي والإضافي للوحدة كالآتي:

السلعة الأولى وقت عادى (300) وحدة، في القسم الأول ووقت إضافي (200) وحدة.

القسم الثاني: وقت عادى (350) وحدة، ووقت إضافي (150) وحدة.

القسم الثالث: وقت عادي (500) وحدة ووقت إضافي صفر وكانت تكلفة الوحدة بالريالات كما هو موضح في الجدول الآتي:

	أولى	ثانية	ثالثة
وقت عادي	8	4	0
وقت إضافي	9	6	0
وقت عادي	7	5	6
وقت إضافي	6	10	4
وقت عادي	0	8	7
وقت إضافي	0	0	0

فإذا علمت أن الخلايا الفارغة من التكاليف، وأن هذا القسم الإنتاجي لا يستطيع فنياً صنع السلعة، أو لا يعمل وقتاً إضافياً.

المطلوب:

تحديد الكميات المنتجة من السلع الثلاث في كل مصنع بحيث تكون التكاليف أقل مما يمكن.

ملحوظة مهمة: نفرض أن الخلايا الفارغة من التكاليف لها تكلفة عالية جداً ولتكن (100).

1. تصوير المشكلة في صورة جدول:

أقسام/سلع	أولى	ثانية	ثالثة	مجموع
أولى/وقت عادي	8	4	صفر	300
أولى /وقت إضافي	9	6	صفر	200
ثانية/وقت عادي	7	5	6	350
ثانية/وقت إضافي	6	10	4	150
ثالثة/وقت عادي	صفر	8	7	500
ثالثة/وقت إضافي	صفر	صفر	صفر	صفر
مجموع	400	500	600	1.500

1-حل مبدئي باستخدام جدول (1) بطريقة الركن الشمالي الغربي.

أقسام/سلع	أ	ب	ج	مجموع
عادي/إضافي	8	4	300/100	300
إضافي/عادي	9	6	300/100	200
عادي/إضافي	7	250/5	100/6	350
إضافي/عادي	6	150/10	4	150
عادي/إضافي	400/100	100/8	7	500
مجموع	100	100	100	-
مجموع كلي	400	500	600	1,500

بفرض أن الخلايا من التكاليف أنها لها تكلفة عالية جداً ولتكن (100) .

–التوزيع بطريقة الركن الشمالي الغربي.

–نبدأ بالخلية الموجودة في أقصى شمال الجدول جهة الغرب، أي: التي تكون على يدك الشمال.

–سوف نجد لهذه الخلية مجموعين: أحدهما رأسي والآخر أفقي، ونضع المجموع الأقل في الخلية، ويشير في اتجاه المجموع الأكبر، ونكرر ذلك حتى ننتهي من التوزيع.

ملحوظة:

–إذا كان المجموعان متساويين تسير محوريا ًأو قطرياً. ثم نطبق القاعدة على التمرين.

-تكاليف:

300✤100

200✤100

100✤6

150✤10

100✤8

94,150=400✤100

اختبار مثالية الحل:

من جدول رقم (1) السابق

لكي يتم تقييم خلايا الفارغة في جدول رقم (1) نمر بالخطوات الآتية وهي طريقة خطوات الشكل الرباعي

1- نحدد الخلية المراد ملؤها، ثم نبحث عن خلية رأسية مجاورة مليئة، ثم نبحث عن خلية أفقية مليئة مجاورة، ثم نبحث عن خلية رابعة، فتكوّن مع الخلايا الثلاث السابقة شكلاً رباعياً (مربعاً أو مستطيلاً).

2- نضيف وحدة واحدة إلى الخلية المراد ملؤها (+1) ، ثم نطرح واحدة من الخلية المجاورة الرأسية المليئة (-1)، ثم نضيف وحدة واحدة إلى الخلية الرابعة المتممة للشكل الرباعي، ثم نطرح وحدة واحدة من الخلية الأفقية المجاورة المليئة.

3- نحسب أثر الإضافة والطرح على التكاليف لكل خلية يراد ملؤها.نحسب التكاليف: 8+7-10-100=-185.

4- نكرر الخطوات السابقة بالنسبة لبقية الخلايا التي يراد ملؤها

= 4 + 6–100– 5 =-95

9 + 7 - 100-100=184

نبحث عن الخلية التي تأخذ ويكون فيها أقل قيمة سالبة في أول قسم ووقت عادي وهي أحسن وتضم (-185)، وتملؤها بأكبر كمية ممكنة، وهي أقل كمية موجودة في الخليتين المليئتين المجاورتين لهذه الخلية، أي: الأفقية والرأسية، أي: نضع فيها (300).

5- نقترح جدول رقم (2):

وقت/سلع	أ	ب	ج	مجموع
عادي	300/8	4	100	300
إضافي	9	6	200/100	200
عادي	7	50/5	100/6	350
إضافي	6	150/10	4	150
عادي	100/100	100/8	300/7	500
إضافي	100	100	100	-
مجموع	400	500	600	1,500

نحسب تكاليف جدول (2)

8✤300

200✤100

250✤5

100✤100

100✤8

150✤10

100✤6

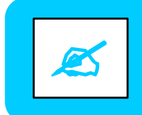
30✤7 =38,650

–نختبر مثالية الحل: في الجدول رقم (2)

–يتم تقييم الخلايا الفارغة في الجدول رقم (2) إذا وجدنا بها خلايا سالبة، ومعنى ذلك لم نصل للحل الأمثل.

–نكرر ما سبق حتى نصل إلى الجدول الذي يكون فيه نتيجة خلاياه فارغة كلها أصفاراً أو رقماً موجباً أكبر من الصفر.

تمرين:



منشأة صناعية تمتلك (3) مصانع هي ص1، ص2، ص3، وكل من المصنعين ص1وص2، وص1، ص3 يعملان في ظل الوقت العادي والوقت الإضافي في حين أن المصنع ص2 يعمل في ظل الوقت العادي فقط.

ولقد كانت الطاقة الإنتاجية لهذه المصانع كما يأتي:



ص1	وقت عادي	2,000
ص1	وقت إضافي	1,000
ص2	وقت عادي	3,000
ص2	وقت إضافي	صفر
ص3	وقت عادي	3,000
ص3	وقت إضافي	1,000

والجدول الآتي يوضح تكاليف الإنتاج بالوحدات في كل مصنع، وكانت تكاليف الإنتاج بالدنانير:

مصنع/وقت	عادي	إضافي
ص1	10	12
ص2	15	0
ص3	12	14

فإذا علمت أن هذه المنشأة تقوم بتوزيع إنتاجها في (3) أسواق، وتتحمل تكلفة النقل للبضاعة لهذه الأسواق، وأن تكاليف النقل للوحدة بالدنانير هي:

سوق/مصنع	ص1	ص2	ص3
س1	3	4	7
س2	4	8	5
س3	3	5	3

ولقد كانت احتياجات الأسواق الثلاثة كما يأتي:

س1=3.000

س2=2.000

س3=5.000

المطلوب: توزيع هذا الإنتاج على الأسواق الثلاثة وحتى تكون التكاليف أقل ما يمكن باستخدام طريقة النقل.

تصوير الحل: في جدول :

ص1 ص2 ص3

سوق/مصانع	عادي	إضافي	عادي	إضافي	عادي	إضافي	مجموع
س1	10	12	15	7	12	14	3,000
س2	10	12	15	0	12	14	2,000
س3	10	12	15	0	12	3	5,000
مجموع						1,000	10,000

	عادي	إضافي	عادي	إضافي	عادي	أضافي	مجموع
س1	13	15	19	4	19	21	3,000
س2	14	16	23	8	17	19	2,000
س3	13	15	20	5	15	17	5,000
مجموع	2,000	1,000	3,000	0	3,000	1,000	10,000

ملحوظة: الخلايا التي تكلفتها (صفر) يمكن إضافة رقم عالٍ وهو (100)

تكاليف الجدول رقم (1)

1,000✣21

2,000✣19

1,000✣17

1,000✣13

20❖2,000

15❖1,000

27❖2,000

اختبار مثالية الحل باستخدام الشكل الرباعي لتقييم الحل: س1، ص1، كوقت عادي: 13 + 15 – 19 - 13 =- 4

بفرض أنها قيمة سالبة هي أقل قيمة سالبة ومن ثم يتم ملؤها برقم وكمية ممكنة.

وهي أقل كمية موجودة في الخليتين المتجاورتين المليئتين الأفقية والرأسية، وهي (2,000)

1- نقترح جدول رقم (4).

2- نقترح جدول رقم (2):

س1	13	15	19	104	19	21	3,000
س2	14	16	23	108	17	19	2,000
س3	13	15	20	105	15	17	5,000
مجموع	2,000	1,000	3,000	0	3	1,000	10,000
					3,000		

ونحسب جدول رقم (2) بتكاليفه

3. الخلاصة:

في هذه الوحدة قمنا بتعريفك بالمسائل الخاصة بالبرمجة الخطية وكيفية بناء النماذج الرياضية الممثلة لها، والتوصل الحلول المثالية لها. فبعد تعريفك بمشكلات النقل وخصائصها ومكوناتها وكيفية بناء نماذجها الرياضية تعلمت القواعد المستخدمة في تحديد الحلول الأولية لها، ثم الطرق المستخدمة لتقييم هذه الحلول وتحسينها حتى الحلول المثالية لها.

ولقد عرفت أن مشكلات النقل تتعلق بنقل بضائع أو مواد معينة من مراكز توريدها إلى مراكز استهلاكها-، ويهدف حل هذه المسائل عادة إلى تخفيض تكاليف النقل إلى أقل حد ممكن – ولقد عرفت أيضاً أن الهدف الرئيس لمشكلة النقل هو تخفيض التكاليف أو زيادة العوائد ضمن عدد من القيود.

وعرفت أن خطوات حل مشكلات النقل يتكون من خطوتين أساسيتين: إيجاد الحل الأولي، واختبار مثالية الحل وتحسينه.

نتمنى أن تكون قد استوعبت الوحدة، وتكونت لديك المهارات الكافية للتعامل مع هذا النوع من المشكلات الخاصة بالبرمجة الخطية، مع الدعاء لك بالتوفيق.

4. لمحة مسبقة عن الوحدة الدراسية الرابعة:

عزيزي الدارس، تعالج الوحدة الرابعة نماذج الاختبار والتكليف والتخصيص، وتتمثل أهمية هذه النماذج في كونها تقدم أساليب أكثر بساطة لحل مجموعة واسعة من المشكلات المتعلقة بالاستخدام الأمثل للموارد مما يساعد على فهم الطرق الحسابية لحل هذه المشكلات.



5. إجابات التدريبات:

تدريب (1)

الخطوة الأولى:

إيجاد أول حل ممكن للمسألة، ويسمى الحل الأولي أو الابتدائي Initial Solution.

الخطوة الثانية:

وهي خطوة يتم تكرارها حتى نصل إلى الحل المثالي، وتتضمن:

أ- اختبار مثالية الحل الذي تم التوصل إليه.

ب- تحسين الحل إذا كان غير مثالياً.

ويمكن إيجاد الحل الأولي باستخدام عدة طرق أو قواعد هي:

- قاعدة الزاوية الشمالية الغربية.
- قاعدة التكاليف الأقل.
- قاعدة التكاليف الأقل في العمود.
- طريقة فوجل التقريبية.

مع الشرح الموجز لكل طريقة.

تدريب (2)

لإيجاد الحل الأولي نبدا بتلبية احتياجات مراكز الاستهلاك الأول من مركز التدريب الأول، ثم ننتقل إلى مركز الاستهلاك الثاني، وهكذا نحصل بالنتيجة على الحل الأولي كما هو موضح:

مراكز	طاقة مراكز	مراكز الاستهلاك		
		1	2	3
A	150	[6] 150	[8]	[10]
B	175	[7] 50	[11] 100	[11] 25
C	275	[4]	[5]	[12] 275
	حجم الاستهلاك بالطن	200	100	300

وتكلفة النقل حسب هذا الحل:

$$11x275 + 11x25 + 11x100 + 7x50 + 6x150 = 5925$$

6. قائمة المصطلحات:

❖ **الانحلال Degeneracy**:

حالة تحدث في أثناء حل مشكلات النقل، عندما يكون عدد الخلايا المشغولة في الجدول أقل من مجموع (عدد الأسطر وعدد الأعمدة ناقص واحد).

❖ **تنقيص "تخفيض المصفوفة" Matrix Reduction**:

أسلوب يستخدم في بعض طرق النقل لحساب مصفوفة تكاليف الفرص البديلة من خلال تنقيص الأسطر ثم تنقيص الأعمدة، وينقص بالتنقيص تحديد العنصر ذي القيمة الأقل ثم طرحه من جميع القيم الموجودة في الصف أو العمود.

❖ **جدول النقل Transportation Table**:

جدول يبين مراكز التوريد ووجهات النقل والمسارات الممكنة مع التكاليف والطاقات وغيرها من معطيات المشكلة ويستخدم لتسهيل عملية الحل.

❖ **الخلية Cell**:

هي أحد عناصر جدول النقل، وتربط بين مصدر "مركز توريد" معين ووجهة مركز "استهلاك" معينة.

❖ **مشكلة النقل Transportation problem**:

حالة خاصة من حالات البرمجة الخطية تتعلق بالبحث عن الخطة المثلى للنقل بين مجموعة من المصادر ومجموعة من الوجهات بهدف تقليل التكاليف الإجمالية للنقل إلى أدنى حل ممكن.

❖ **المصدر Origin**:

وهو مركز التوريد في مشكلة النقل، أي: المركز الذي توجد فيه المادة أو البضاعة المطلوب نقلها.

❖ **الجهة Destination**:

هو مركز الاستهلاك أو الطلب في مشكلة النقل، أي: المكان المطلوب نقل المادة أو البضاعة إليه.

7. المراجع:

1. إبراهيم أحمد أونور، بحوث العمليات- مفاهيم نظرية وتطبيقية(الخرطوم: د.ن ،د.ت).
2. أحمد سرور محمد، إدارة الإنتاج (القاهرة: مكتبة عين شمس، 1990).
3. أحمد سرورمحمد، وآخرون. إدارة العمليات (القاهرة: مكتبة عين شمس، 1999م).
4. أحمد سرور محمد، بحوث العمليات في الإدارة (القاهرة: مكتبة عين شمس، 1987م)
5. أحمد سرور أحمد، محاضرات في بحوث العمليات (القاهرة: كلية التجارة وإدارة الأعمال، جامعة حلوان 1988م).
6. حمدي طه، مقدمة في بحوث العمليات، تعريب: أحمد حسين على حسين (الرياض: دار المريخ للنشر، 1996م).
7. دالحناوي، محمد صالح، وماضي، محمد توفيق، بحوث العمليات في تخطيط ومراقبة الإنتاج (الإسكندرية: الدار الجامعية، 1996م).
8. على العلاونة، وآخرون ، بحوث في العمليات في العلوم التجارية (الأردن، عمان: دار المستقبل للنشر والتوزيع، 2000م).
9. مصطفي، أحمد سيد، إدارة الإنتاج والعمليات في الصناعة والخدمات (القاهرة: الأنجلو مصرية، 1993م).
10. ماضي، محمد توفيق، إدارة الإنتاج والعمليات- مدخل اتخاذ القرارات (الإسكندرية: الدار الجامعية، 1996م).
11. StevenSon.W.J. Production & Operation Management (London: Richard Irwin1996).
12. Hamdy .A.Taha. Operation Research & Introduction (London: Prentice Hall. Inc.1997).


UNIVERSITY OF SCIENCE & TECHNOLOGY
١٩٩٤م
١٤١٤هـ
وقل رب
زدني علماً
جامعة العلوم والتكنولوجيا

الوحدة الرابعة 4

نماذج التخصيص


UNIVERSITY OF SCIENCE & TECHNOLOGY
١٩٩٤م
١٤١٤هـ
وقل رب
زدني علماً
جامعة العلوم والتكنولوجيا

محتويات الوحدة

الموضـــــــوع	الصفحة
1. المقدمة	108
1. 1 تمهيد	108
1. 2 أهداف الوحدة	109
2. نظرية التخصيص	110
3. الخلاصة	146
4. لمحة مسبقة عن الوحدة الدراسية الخامسة	147
5. إجابات التدريبات	148
6. مسرد المصطلحات	150
7. المراجع	151



1. المقدمة:

1.1 التمهيد:

عزيزي الدارس،

مرحباً بك إلى هذه الوحدة من مقرر "بحوث العمليات" وهي بعنوان: نماذج التخصيص .

ويستخدم أسلوب التخصيص على نطاق واسع في مجال الإنتاج والعمليات حيث يمكن استخدامه في تخصيص الإنتاج على الآلات المتاحة أو تخصيص موارد الإنتاج والطلبيات على الآلات أو تخصيص رجال البيع على المناطق البيعية...الخ.

وسنتطرق في هذه الوحدة إلى دراسة مشكلات التخصيص وتطبيقاته وكذلك الطرق المستخدمة في حلها، وبذلك فإنك بعد دراسة هذه الوحدة ستكون قادراً بإذن الله على حل هذا الفرع من المشكلات والتعامل معها من خلال استخدام الطرق الخاصة بالبرمجة الخطية. وهذا يتطلب أن تكون على دراية تامة بكيفية بناء النموذج الرياضي الخاص بهذه المشكلات، وباستخدام الأساليب والطرق اللازمة لحلها.

تتمثل أهمية الاختبار والتكليف والتخصيص في كونها تقدم أساليب أكثر بساطة لحل مجموعة واسعة من المشكلات المتعلقة بالاستخدام الأمثل للموارد مما يساعد على فهم أوسع وأعمق لبنية ومكونات النماذج الرياضية لهذه المشكلات والطرق الحسابية المستخدمة في حلها.

وأخيراً: فإن هذه الوحدة تتضمن عدداً من التدريبات وأسئلة التقويم الذاتي والأمثلة المجاب عنها التي نتوقع أن تتعامل معها بجدية تامة نظراً لأهميتها في تحقيق الأهداف الدراسية لهذه الوحدة.

أهلاً بك عزيزي الدارس، مرة أخرى في هذه الوحدة، وأرجو أن تقدم لك دراستها مزيجاً من الفائدة والمتعة، وتفتح أمامك آفاقاً واسعة للتفكير العقلاني المنظم لحل المشكلات.

2.1 أهداف الوحدة:



عزيزي الدارس، بعد فراغك من دراسة هذه الوحدة ينبغي أن تكون قادراً على أن:

1. تعرف المفاهيم الأساسية لمشكلات الاختبار والتكليف والتعيين.
2. توضح كيفية استخدام مشكلات التخصيص والتكليف والاختبار في توزيع السلع أو الموارد أو الطاقات على الاحتياجات المتنافسة بأقل قدر ممكن من التكاليف.
3. تستخدم نماذج الاختبار والتكليف والتخصيص في إيجاد الحلول المثلى لمشكلات التوزيع، وتختار المواقع، وتوجد برامج الإنتاج الأقل تكلفة.
4. تصل إلى التخصيص الأمثل للمهام والأفراد والمواقع.
5. تشرح أهداف نظرية التخصيص.
6. تلمّ بخطوات الحل لأي تمرين باستخدام نظرية التخصيص.



2. نظرية التخصيص:

يعد أسلوب التخصيص أحد الطرق المستخدمة في التحميل، ويركز التخصيص على توزيع أوامر الإنتاج بالنسبة لكل آلة من الآلات بغرض تخفيض مستوى تكاليف التشغيل، ورفع كفاءة الإنتاج، والاستفادة من الموارد المتاحة، ويعد هذا جوهر العملية الإدارية التي تقوم عليها إدارة المنشآت اليوم.

2. 1 مفهوم نظرية التخصيص

تهتم هذه النظرية بتوزيع عدة أوامر إنتاجية على الآلات مما يمكن من تحديد تكلفة التصنيع من كل أمر بالنسبة لكل آلة.

أهداف نظرية التخصيص

أ. تقليل تكاليف أو المساواة أو تقليل وقت الإنتاج.

ب. زيادة كفاية المنشأة بحسن استخدام الموارد أساساً.

ج. العمل على أساس مدخل تكاليف الفرصة البديلة بمعنى زيادة الأرباح التي كان يجب الحصول عليها لو اتخذنا قراراً غير القرار الذي اتخذ بالفعل.

خطوات الحل لأي تمرين باستخدام نظرية التخصيص

عندما يكون الهدف تخصيص التكاليف أو تحديد آلة على خط إنتاجي محدد.

أولا: يجب تحديد جدول إجمالي تكاليف الفرص.

أ- نحدد أقل قيمة في كل عمود ثم نطرحها من بقية قيم هذا العمود، ونحصل على جدول فرص العمل، ويمثل جدول رقم (2).

ب- نحدد أقل قيمة في كل صنف، ثم نطرحها من بقية القيم في هذا الصف، ثم نحصل مع جدول رقم (1).

ثانياً: تحديد إذا ما كان هناك تخصيص أقل ما يمكن عمله أم لا.

أ- نختبر الأعمدة فإذا وجدنا عموداً به صفر واحد نخصصه، ونلغى باقي أصفار صف هذا الصفر.

ب- نختبر الصفوف فإذا وجدنا صفاً به صفر واحد يخصص، ونشطب باقي أصفار عمود هذا الصفر في جدول رقم (4).

ثالثاً: اختبار مثالية التخصيص، هناك طريقتان للاختبار هما:

أ- نحسب عدد الأصفار المخصصة والموجودة في جدول رقم (4). فإذا كان عدد الأصفار يساوي عدد الآلات يعني أننا وصلنا للتخصيص الأمثل، والعكس إذا كان عدد الأصفار أقل من عدد الآلات، على ذلك يتم اقتراح خطوة رقم (4).

ب- نعطي الأعمدة التي بها أصفار قد خصصت عند اختبار الصفوف بخطوط مستقيمة رأسية، ثم نعطي الصفوف التي بها أصفار خصصت عند الأعمدة بخطوط أفقية، فإذا كان عدد الخطوط المستقيمة الأفقية والرأسية يساوي عدد الأعمدة أو عدد الصفوف فإن ذلك يعني الحصول على التخصيص الاقتصادي الأمثل والعكس، في حالة عدم التخصيص الأمثل ونحتاج إلى الخطوة (4).

رابعاً: مراجعة جدول التكاليف للفرص.

أ- نحدد أقل قيمة في جدول رقم (5)، ونبحث عن المكان الذي لم يمر به خط.

ب- توضع هذه القيمة مع بقية قيم الجدول التي لم يمر بها خط.

ج- القيمة التي بها خط واحد والأصفار التي لا تطرح منها هذه القيمة.

د- القيم التي مر بها خطان ما عدا الصفر يجمع عليها هذه القيمة.

ه- ثم تكرر هذه الخطوة رقم (2) و(3)، ونحصل على جدول رقم (7).

خامساً: نحدد كل أمر إنتاجي، ويخصص على آلة معينة، ثم نحسب تكاليف التخصيص.



نموذج التخصيص :

الطريقة البيانية:

الطريقة البيانية (الوحدة الاولى) تستخد في حالة كون متغيرات المشكلة عددها متغيرين فقط (أي انها لاتصلح في حالة عدد متغيرات المشكلة اكثر من متغيرين)

طريقة السمبلكس:

طريقة السمبلكس (موضوع هذه الوحدة) تستخدم في حل جميع المشكلات التي تحتوي على متغيرين فأكثر.

- معظم المشاكل الادارية التي تواجهنا في حياتنا العملية ذات متغيرات متعددة (اكثر من متغيرين)

- التمارين التي قمنا بحلها في الوحدة الأولى (الطريقة البيانية) يمكن إعادة حلها مرة أخرى -باستخدام طريقة السمبلكس لتعطي نفس النتائج.

- يبحث هذا النموذج إيجاد أسلوب لتوزيع عدد من المواد (موظفين – عمال أجهزه....) على عدد من الانشطة (وظائف – أعمال – خدمات ......)، بحيث يعطي هذا التوزيع أفضل عائد ممكن (أكبر ربح ممكن أو أقل تكلفة ممكنة)

- يعمل هذا النموذج بطريقة واحد إلى واحد، أي كل مورد واحد لنشاط واحد فقط، وكل لنشاط واحد فقط، وكل نشاط واحد فقط لمورد واحد فقط.

خلاف ذلك(خلاف هذا التخصيص واحد لواحد) يستكمل النموذج بأنشطة وهمية أو بمورد وهمي حسب اللازم.

- ان إختلاف تخصصات ومهارات وقدرات العمال (الموارد) في إنجاز الأعمال (الانشطة) فأحدهم ينجز العمل لساعة وآخر ينجز العمل بساعتين وأحدهم ينجز العمل بجودة عالية وآخر بأقل جودة.-

- نظراً للتفاوت والإختلاف السابق فإننا نكون مهتمين في كيفية توزيع العمال على الأعمال المختلفة، بحيث نحصل على أفضل عائد ممكن (أقل زمن – أفضل جودة – أقل تكلفة – أعلى ربح)

النموذج العام للتخصيص:

$$Z = \sum_{j=1}^{n} \sum_{i=1}^{n} Cji\ Xji$$

$$st: \sum_{i=1}^{n} X_{j,i} = 1, i = 1,2,........n$$

$$st: \sum_{i=1}^{n} X_{j,i} = 1, \quad i = 1,2,........n$$

$$, x_{i,j} = 0 \quad or \quad 1$$

خطوات حل نموذج التخصيص:

1- عمل جدول خسارة الفرص الكلية وذلك من خلال التالي:

- إيجاد جدول خسارة الفرص السطري.
- إيجاد خسارة الفرص العمودي.

حيث أن خسارة الفرص هي الخسارة النسبية الناتجة عن التخصيص ينتج عنه خسارة فرص هي بالمقارنة مع أفضل التخصصات الممكنة.

أي أنه عند تخصيص مورد لنشاط فإن هذا التخصيص ينتج عنه خسارة فرصة هي الفرق بين زمن تخصيص هذا المورد لهذا النشاط وأقل زمن تخصيص هذا المورد لنشاط آخر متاح، هذا الفرق يسمى خسارة الفرص السطري.

- بشكل عام نقوم بطرح أزمنة كل سطر من أقل زمن في هذا السطر، وبذلك نكون قد كونا جدول خسارة الفرص السطري.

- ومن هذا الجدول (جدول خسارة الفرص السطري) نوجد جدول خسارة الفرص العمودي وذلك بطرح قيمة كل عمود من أقل قيمة فيه.

- بهذا الإجراء يتم الحصول على جدول خسارة الفرص الكلي (يعتبر حل أولي).

2- إختيار أمثلية حل الخطوة الأولى (التخصيص) ولك من خلال تغطيت جميع الاصفار في الجدول من خلال تمرير خطوط أفقية وعمودية، بحيث يكون هذا التضليل بإقل خطوط ممكنة.

فإذا كانت عدد هذه الخطوط التي تضلل الأصفار تساوي عدد الموارد، نقوم الإنتقال إلى الخطوة 4 أو عدد الأنشطة فإن الحل في الخطوة الأولى هو الحل الأمثل، أما إذا كان الحل غير أمثل (أي أن عدد الخطوط لا تساوي عدد الموارد) فإننا ننتقل إلى الخطوة التالية:

3- تسمى هذه الخطوة بخطوة تحسين الحل وفيها نقوم بإيجاد أقل قيمة بين قيم الخلايا التي لا يمر الخطوط بها، ثم حلها من باقي القيم عير المخططه، ثم تصيف هذه القيمة إلى القيم الواقعة في الخلايا التي يتقاطع في الخطوط وبذلك نكون قد حسنا الجدول(الحل).

4- ثم نختبر الحل الأمثل كما سبق بالانتقال إلى الخطوة 2 ، فإذا كان الحل هو الحل الأمثل ننتقل إلى الخطوة التالية:

إذا كان الحل هو الحل الأمثل نقوم بإيجاد هذا الحل من خلال الخلايا الصفرية، سنقوم بتحديد تخصيص في كل خلية صفرية مع تجنب تكرارها في السطر أو العمود.

- يكون الحل الأمثل وحيداً إذا وجدت خلية صفرية وحيدة في أي سطر رأسي أو عمودي، أما إذا وجدت أكثر من خلية صفرية في سطر أو عمود فإن الحل الأمثل قد يكون وحيداً أو مضاعفاً.

أما إذا كانت المشكلة في تعظيم(تعضيم الأرباح) فإنه يتم تحويلها إلى مشكلة تصغير بإحدى الطريقتين التاليتين:

1- ضرب التكاليف C_{ji} في العدد -1 ثم نتبع نفس الخطوات السابقة بحيث يحسب الحل الأمثل من الجدول الأصلي قبل الضرب في « -1 »

2- طرح جميع قيم C_{ji} من أكبر قيم في الجدول كامل ثم نتبع الخطوات السابقة، بحيث يحسب الحل الأمثل من الجدول الأصلى قبل الطرح.

- هناك طريقه أخرى لإجراء الخطوة الثانية(اختبار أمثلية الحل) في خطوات التخصيص وهي:

- فحص السطر من الأصفار فإذا كان به صفر واحد يخصص ويلغى أصفار العمود المقابل لهذا الصفر، وإذا كان بالسطر أكثر من صفر فلا يخصص أي منهم، وهكذا بالنسبة للأعمدة(فحص الأعمدة) حيث يخصص الصفر ويلغى أصفار الصف المقابل لهذا الصفر، فإذا كان عدد الأصفار المخصصة تساوي عدد الموارد فإن الحل أمثل.

ثم يحدد الحل الأمثل عند كل صفر مخصص بما يقابلة في الجدول الأصلي، أما إذا كان الحل ليس أمثل نحسب الحل بالانتقال إلى الخطوة 3، ..... .

أولاًحل مشكلة التصغير (تخفيض التكاليف) باستخدام نموذج التخصيص.

مثال:

خصص أوامر الإنتاج الخمسة الآتية على الآلات الخمس الموجودة بحيث تصبح تكاليف الإنتاج أقل مما يمكن فإذا علمت أن تكلفة التصنيع عند حد معين في كل آلة بشكل معين كما يوضحها الجدول الآتي:

الآلات / الأوامر	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5
S_1	7	3	13	$\underline{2}$	6
S_2	$\underline{2}$	9	10	8	8
S_3	10	18	$\underline{5}$	6	9
S_4	12	$\underline{3}$	5	6	3
S_5	13	6	$\underline{5}$	9	11

جدول (1)

الحل:

1- نكون جدول خسارة الفرص الكلية ويتكون من جدولين (جدول خسارة فرص السطر ، ومنه جدول خسارة فرص العمود)

من الجدول (1) نطرح جميع قيم كل سطرين.

هي S_1 أصغر قيمة في سطر 2

هي S_2 أصغر قيمة في سطر2

هي S_3 أصغر قيمة في سطر5

هي S_4 أصغر قيمة في سطر 3

هي S_5 أصغر قيمة في سطر 5

الآلات / الأوامر	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5
S_1	7	3	13	2	6
S_2	2	9	10	8	8
S_3	10	18	5	6	9
S_4	12	3	5	6	3
S_5	13	6	5	9	11

جدول (1)

بعد هذا الطرح يتكون لدينا الجدول التالي رقم(2):

من الجدول (2) نطرح جميع قيم كل عمود في A1 وهي 0.

هي A_1 أصغر قيمة في عمود 0

هي A_2 أصغر قيمة في سطر 0

هي A_3 أصغر قيمة في سطر 0

هي A_4 أصغر قيمة في سطر 0

هي A_5 أصغر قيمة في سطر 0

الآلات / الأوامر	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5
S_1	5	1	11	0	4
S_2	0	7	8	6	6
S_3	5	13	0	1	4
S_4	9	0	2	3	0
S_5	8	1	0	4	6

جدول (2) جدول خسارة فرص السطر

بعد هذا الطرح يتكون لدينا الجدول رقم 3 التالي وهو جدول خسارة فرص العمود(جدول خسارة الفرص الكلي)

جدول(3) جدول خسارة فرص العمود (جدول خسارة الفرص الكلي).

لاحظ الجدول (3) هو نفس الجدول (2) وذلك لأن أصغر القيم في كل عمود هو صفر وعندما قمنا بطرحها من عناصر العمود لم تتغير القيم.

A_i / S_j	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5
S_1	5	1	12	0	4
S_2	0	7	8	6	6
S_3	5	13	0	1	4
S_4	9	0	2	3	0
S_5	8	1	0	4	6

هذا الجدول هو جدول الحل الإبتدائي الممكن وعلية هل هذا الحل حل أمثل؟

- (إختيار الحل باستخدام التضليل بالخطوط (الحمراء)) كما في الجدول السابق (3) حيث تم تضليل الأصفار بأقل عدد ممكنه من الخطوط وهي أربع خطوط.

إذاً عدد الخطوط = 4 خطوط عدد الآلات أو عدد الأوامر.

إذا الحل السابق ليس خل أمثل، وعلية يتم تحسين هذا الحل.

وعلية أقل قيمة لا تمر بها الخطوط هي القيمة 1 ونطرحها من القيم التي لا تمر بها الخطوط ثم نضيفها إلى قيم تقاطع الخطوط (أي نضيف 1 إلى 9 و2 و3 لتصبح 10 و 3 و4) ومقدار الطرح والإضافة ستضهر في الجدول التالي:

S_j \ A_i	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5
S_1	5	1	12	0	4
S_2	0	7	8	6	6
S_3	5	13	0	1	4
S_4	9	0	2	3	0
S_5	8	1	0	4	6

-جدول 4 السابق هو الحل الحسن

- هل هذا الحل هو الحل الأمثل؟

- يختبر هذا الحل بالتضليل بالخطوط لاصفار الجدول (4)(خطوط حمراء)

- نلاحظ أن عدد الخطوط هي 5 خطوط وتساوي عدد الآلات أو الأوامر

إذاً الحل الحسن السابق(جدول 4) هو الحل الأمثل

- قيمة هذا الحل الأمثل: هو مجموع القيم في الجدول الأصلي للمشكلة المناظرة لكل صفر خصصنات في الجدول(4) بحيث أن لا يتكرر هذا الصفر بالصف أو العمود.

وتظهر هذه الأصفار بالجدول (4) محاطة بالدوائر.

- لاحظ أن كل صفر محاط بدائرة لن تجد له تكرار في السطر أو العمود(أي لن تجد صفر آخر محاط بدائرة).

هذه الأصفار ما يناظرها في الجدول الأصلي للمشكلة هي القيم:2,2,5,3,6

وعليه يكون مجموع هذه القيم هو قيمة الحل الأمثل السابق ويساوي

2+2+5+3+6=18

استخدام طريقة أخرى للخطوة الثانية (إختيار الحل الأمثل)

لو رجعنا إلى مثالنا السابق وبالتحديد إلى الخطوة جدول(3) عندما نريد إختبار أمثلية الحل الإبتدائي

S_j \ A_i	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5
S_1	5	1	12	0	4
S_2	0	7	8	6	6
S_3	5	13	0	1	4
S_4	9	0	2	3	**0**
S_5	8	1	**0**	4	6

طريقة فحص الصفوف والأعمدة في إختبار ما غدا كان الحل أمثل أم لا ؟

-السطر الأول به صفر واحد ⇐ يخصص بدائرة(سوداء) ونلغي باقي أصفار العمود الذي يقع به هذا الصفر إن وجدت

- السطر الثاني به صفر واحد تخصص بدائرة(سوداء) ونلغي أصفار عموده إن وجدت.
- السطر الثالث به صفر واحد تخصص بدائرة(سوداء) ونلغي الصفر الذي في عمودة 0
- السطر الرابع به صفرين وفي هذه الحالة لا يتم تخصيص أي منهم.
- السطر الخامس به صفر واحد قد تم إلغائة.
- نكرر نفس هذا العمل بالنسبة للأعمدة، نخصص الصفر العمود ونحذف باقي أصفار السطر.
- العمود الأول لا وجد به أصفار إلا الصفر المخصص من السطر.
- العمود الثاني يوجد به صفر واحد نخصصه بدائرة(حمراء) ونلغي الصفر الذي في صفه 0
- العمود الثالث لا وجد به صفر.
- العمود الرابع لا وجد به صفر.
- العمود الخامس يوجد به صفر واحد ملغي.

إذاً الحل ليس حل أمثل، ثم نكمل نفس خطوات تحسين الحل السابق.

ثانياً: حل مشكلة التكبير أو التعظيم با ستخدام نموذج التخصيص

مثال:

يراد تخصيص آلة معينة من بين (5) آلات لكل أمر إنتاج من بين (5) أوامر إنتاج علماً بأن درجة الكفاية لتصنيع أمر إنتاج معين على آلة معينة هي كما موضح في الشكل المرفق، ويراد عمل التخصيص بحيث تبلغ درجة الكفاية أكبر ما يمكن:

أوامر انتاج / الآلات	1	2	3	4	5
أ	7	2	10	12	13
ب	3	9	18	3	6
ج	13	10	5	5	5
د	2	8	6	4	9
هـ	6	8	9	3	11

الحل:

نقوم بتحويل مشكلة التكبير(التعظيم) إلى مشكلة تصغير كما أشرنا سابقاً بأحدى الطريقتين أسهلهما هي طريقة طرح جميع قيم C_{ji} من أكبر قيم في الجدول ثم نتبع الخطوات السابقة (التي إتبعناها في مشكلة التصغير إلا أن قيم الخل الأمثل(الخطوة الأخيرة)) يحسب من الجدول الأصلي قبل الجدول.

أوامر انتاج / الالات	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5
S_1	7	2	10	12	13
S_2	3	9	18	3	6
S_3	13	10	5	5	5
S_4	2	8	6	9	9
S_5	6	8	9	3	11

جدول(1)

إذاً أكبر قيمة في الجدول هي:18 وعلية نقوم بطرح Cji من 18فنحصل على الجدول التالي رقم (2)

جدول (2) مشكلة صغيرة

S_i / A_j	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5
S_1	11	16	8	6	<u>5</u>
S_2	15	9	<u>0</u>	15	12
S_3	<u>5</u>	8	13	13	13
S_4	16	10	12	14	<u>9</u>
S_5	12	10	9	15	<u>7</u>

- إذاً توجد جدول خسارة فرص السطر ومنه العمود لنصل إلى جدول خسارة الفرص الكلية.

❖ **جدول خسارة فرص السطر هو جدول (3) التالي:**

S_i / A_j	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5
S_1	11	16	8	6	<u>5</u>
S_2	15	9	<u>0</u>	15	12
S_3	<u>5</u>	8	13	13	13
S_4	16	10	12	14	<u>9</u>
S_5	12	10	9	15	<u>7</u>

❖ **جدول خسارة فرص السطر هو جدول (3) التالي:**

S_i / A_j	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5
S_1	6	11	3	1	<u>5</u>
S_2	15	9	<u>0</u>	15	12
S_3	<u>0</u>	3	8	8	13
S_4	7	<u>1</u>	3	9	0
S_5	5	3	2	8	0

من الجدول(3) نوجد جدول خسارة فرص العمود(جدول خسارة الفرص الكلية):

جدول (4) خسارة الفرص الكلية

A_j \ S_i	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5
S_1	6	10	3	0	**0**
S_2	15	8	0	41	12
S_3	0	2	8	7	8
S_4	7	0	3	8	**0**
S_5	5	2	2	7	0

الجدول (4) هو جدول اللاإبتدائي الممكن

نختبر أمثلية الحل الإبتدائي(جدول 4) بطريقة فحص الصفوف والأعمدة كما يلي:

السطر الأول في الجدول(4) به صفرين وهذا يعني أنه لا يوجد تخصيص.

السطر الثاني به صفر واحد تخصص وعمود وليس به أصفار لإلغائها.

السطر الثالث به صفر واحد تخصص وعمود وليس به أصفار لإلغائها.

السطر الرابع به صفرين لا تخصص.

السطر الخامس به صفر واحد تخصص ونلغي أصفار عمودة.

العمود الأول لا يوجد به عمود غير مخصص.

العمود الثاني به صفر واحد مخصص ونلغي أصفار سطرة، يوجد واحد قد تم إلغائة سابقاً.

العمود الثالث لا وجد.

العمود الرابع يوجد صفر واحد يخصص ويلغى أصفار سطره، يوجد واحد قد تم إلغائة سابقاً.

بهذا التخصيص نعد هذه الأصفار المخصصة وهى: 5 أصفار مخصصة تساوي عدد الالات أو عدد الأوامر

إذاً هذا الحل هو الحل الأمثل

- تكون قيمة هذا الحل هو مجموع قيم الجدول(1) المناظرة لكل قيمة تخصيص في الجدول (4)

إذاً الصفر الأول المخصص في الجدول (4) يناظر القيمة 12 في الجدول 1

الصفر الثاني المخصص في الجدول (4) يناظر القيمة 18في الجدول 1

الصفر الثالث المخصص في الجدول (4) يناظر القيمة 13في الجدول 1

الصفر الرابع المخصص في الجدول (4) يناظر القيمة 8 في الجدول 1

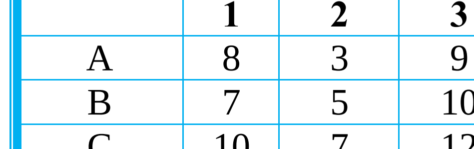
الصفر الخامس المخصص في الجدول (4) يناظر القيمة 11 في الجدول 1

إذاً قيمة الحل الأمثل هي : 12+18+13+8+11=62

ملاحظة : عزيزي الدارس ، فيما يلي جملة من التدريبات قد تختلف طريقة حلها عن الأسلوب الذي اتبعناه سابقاً فما عليك الإ إعادة حلها بنفس الخطوات السابقة وستصل الى نفس النتائج.

تدريب (1)

لدى أحد المصانع أربعة عمال وأربع آلات إنتاجية ، ويرغب مدير المصنع في تخصيص هؤلاء العمال على هذه الآلات بحيث تكون تكلفة هذا التعيين أقل ما يمكن، ويبين الجدول في أدناه مصفوفة التكاليف الخاصة بهذه المشكلة.



العمال	الآلات			
	1	**2**	**3**	**4**
A	8	3	9	6
B	7	5	10	9
C	10	7	12	15
D	4	2	5	4

المطلوب :

تحديد التعيين الأمثل لهؤلاء العمال بهدف تخفيض التكاليف الإجمالية إلى أقل حد ممكن.

أسئلة التقويم الذاتي:

1. ما المقصود بنظرية التخصيص؟
2. ماهو مجال تطبيقات أسلوب التخصيص؟
3. اشرح بإيجاز خطوات حل أسلوب التخصيص.
4. وضح متغيرات أسلوب التخصيص.

مثال:

خصص أوامر الإنتاج الخمسة الآتية على الآلات الخمس الموجودة بحيث تصبح تكاليف الإنتاج أقل مما يمكن فإذا علمت أن تكلفة التصنيع عند حد معين في كل آلة بشكل معين كما يوضحها الجدول الآتي:

أوامر/آلات	أ	ب	ج	د	هـ
1	7	3	13	2	6
2	2	9	10	8	8
3	10	18	5	6	9
4	12	3	5	6	3
5	13	6	5	9	11

أولا: نحدد جدول تكاليف الفرص

أ-جدول رقم (2) جدول فرص العمل.

أوامر/آلات	أ	ب	ج	د	هـ
1	5	صفر	8	صفر	3
2	صفر	6	5	6	5
3	3	15	صفر	4	6
4	10	صفر	صفر	4	صفر
5	11	3	صفر	7	8

ب-جدول تكاليف الفرص (3)

أوامر/آلات	أ	ب	ج	د	هـ
1	5	صفر	8	صفر	3
2	صفر	6	5	6	5
3	3	15	صفر	4	6
4	10	صفر	صفر	4	صفر
5	11	3	صفر	7	8

ثانياً : أ/ نختبر الأعمدة.

ب/ نختبر الصفوف

آلات/أوامر	أ	ب	ج	د	هـ
أ	5	صفر	8	صفر	3
ب	صفر	6	5	6	5
ج	3	15	صفر	4	6
د	10	صفر	صفر	4	صفر
هـ	11	3	صفر	7	8

ج/ جدول تكاليف الفرص (3)

أوامر/آلات	أ	ب	ج	د	هـ
1	5	صفر	8	صفر	3
2	صفر	6	5	6	5
3	3	15	صفر	4	6
4	10	صفر	صفر	4	صفر
5	11	3	صفر	7	8

ثالثاً- **أ/ نختبر الأعمدة:** ب- نختبر الصفوف

أوامر /آلات	أ	ب	ج	د	هـ
1	5	صفر	8	صفر	3
2	صفر	6	5	6	5
3	3	15	صفر	4	6
4	10	صفر	صفر	4	صفر
5	11	3	صفر	7	8

رابعاً: اختبار مثالية الحل:

الطريقة الأولى:

لم نحصل على التخصيص الأمثل عدد الآلات (5) وعدد الصفوف المخصصة (4). وطبقاً لهذه الطريقة، لم نحصل على التخصيص الأمثل لذلك نقترح جدول رقم (5).الطريقة الثانية: بما أن عدد الصفوف والأعمدة = (5) إذن عدد الخطوط المستقيمة لا بد أن يساوي (5)، ولكنه في هذا المثال وجد أنها = (4).

لم نصل إلى التخصيص الأمثل ويتبع خطوة رقم (4).

خامساً-مراجعة تكاليف الفرص على النحو الآتي:

أوامر/آلات	أ	ب	ج	د	هـ
1	5	صفر	11	صفر	3
2	صفر	6	8	6	5
3	5	12	صفر	1	3
4	10	صفر	صفر	4	صفر
5	8	صفر	صفر	4	5

ويظهر مراجعة جدول نتائج إجمالي جدول تكاليف الفرص. فالرقم الذي أقل من (3) يطرح من كل خطوة لم يمر بها خط وخطان يضاف لها (3) ويحدد عدد الأصفار.

اختبار مثالية التخصيص في جدول رقم (5).

يتم اختبار الأعمدة:

يتم اختبار الصفوف: يتضح عدد الأصفار المخصصة (5) حتى نصل إلى التخصيص الأمثل.

النتيجة:

الأمر (1) يخصص على الآلة (ب).

الأمر (2) يخصص على الآلة (أ).

الأمر (3) يخصص على الآلة (ج).

الأمر (4)يخصص على الآلة (هـ).

الأمر (5) يخصص على الآلة (ب).

وتكاليف التخصيص تظهر كما يأتي:

1 (2)

2 (2)

3 (5)

4 (6)

5 (3)

المجموع (18)

مثال:

في أحد الأقسام في مصانع جياد لصناعة السيارات توجد (4) آلات وردت إلى أحد الأقسام، والتي يتم إنجازها على وفق أوامر إنتاج، وتنجز على وفق خطة زمنية، ولكل أمر معين لكل آلة معينة.

المطلوب: تخصيص آلة لكل أمر إنتاج بحيث يكون زمن الإنتاج أقل ما يمكن مع شرح خطوات الحل باختصار، وذلك من خلال البيانات الآتية:

أقسام/آلات	1	2	3	4
أ	7	10	12	13
ب	3	9	6	6
ج	13	12	18	5
د	9	8	3	4

التخصيص:

الأيام	الآلة	الأمر
10	2	أ
3	1	ب
5	4	ج
3	3	د
21 يوماً		**المجموع**



مثال:

خصص أوامر الإنتاج الأربعة الآتية على الآلات الأربع إذا كانت تكلفة تصنيع أمر إنتاج معين على آلة معينة كما يوضحه الشكل في أدناه:

4	3	2	1	الآلات /أوامر الإنتاج
3	18	9	3	أ
13	28	4	26	ب
38	19	18	15	ج
19	26	24	10	د

الحل:

أولا: نطرح من كل صف أصغر قيمة وهي: 3-4-15-10- على التوالي لهذه الصفوف.

4	3	2	1	الآلات /أوامر الإنتاج
صفر	15	6	صفر	أ
9	24	صفر	22	ب
23	4	3	صفر	ج
9	16	14	صفر	د

ثانياً: نطرح من كل عمود أقل قيمة وهي صفر، صفر ، 4، صفر، ويصبح الشكل الآتي:

الآلات /أوامر الإنتاج	1	2	3	4
أ	صفر	6	11	صفر
ب	22	صفر	20	9
ج	صفر	3	صفر	23
د	صفر	14	12	9

ثالثاً: نختبر الصفوف والأعمدة حيث لا بد من وجود (صفر) في كل من هذه الصفوف والأعمدة ويظهر الجدول كالآتي:

الآلات /أوامر الإنتاج	1	2	3	4
أ	صفر	6	11	صفر
ب	22	0	20	9
ج	0	3	0	23
د	0	14	12	9

(أ) صف به صفر واحد نخصصه وليس به أصفار في عموده.

(ب) صف به صفر واحد نخصصه ونلغي باقي الأصفار في عموده.

(ج) عمود 3 به صفر واحد نخصصه ونلغي باقي الأصفار في صفه.

(د) عمود (4) به صفر واحد نخصصه ونلغي باقي الأصفار في صفه ويصبح التخصيص على النحو الآتي:

ويكون التخصيص:

أ	ب	ج	د
4	2	3	1

ومعنى ذلك تم توزيع أوامر الإنتاج على الآلات، وتظهر تكاليفها على النحو التالي:

أمر إنتاج (1) على الآلة (د) =15
أمر إنتاج (2) على الآلة(ب) =4
أمر إنتاج (3) على الآلة (ج) =19
أمر إنتاج (4) على الآلة (أ) =3
المجموع =36

مثال:

خصص أوامر الإنتاج الآتية على الآلات الخمس التالية إذا كانت تكاليف تصنيع أمر إنتاج معين على آلة واحدة فقط.



آلات/ أوامر إنتاج	1	2	3	4	5
أ	7	2	10	12	13
ب	3	9	18	3	6
ج	13	10	5	5	5
د	2	8	6	4	9
هـ	6	8	9	3	11

الحل:

نطرح من كل صف أقل قيمة وهي:2، 3،2،3، ويصبح الجدول:

آلات/ أوامر إنتاج	1	2	3	4	5
أ	5	صفر	8	10	11
ب	صفر	6	15	صفر	3
ج	8	5	صفر	صفر	صفر
د	صفر	6	4	2	7
هـ	3	5	6	صفر	8

أولا: نطرح من كل عمود أقل قيمة فيه، وسينتج عن ذلك نفس الجدول في أدناه، لأن كل عمود أقل قيمة هي: صفر، ولذلك يمكن تصويره كما يأتي:

آلات/ أوامر إنتاج	1	2	3	4	5
أ	5	صفر	8	10	11
ب	صفر	6	15	صفر	3
ج	8	5	صفر	صفر	صفر
د	صفر	6	4	2	7
هـ	3	3	6	صفر	8

ثانياً: نختبر الصفوف والأعمدة كما في الجدول في أدناه المعاد تصويره:

أ- صف (أ) به صفر واحد نخصصه وليس هناك أصفار، في عموده.

ب- صف (د) به صفر واحد نخصصه ونلغي باقي أصفار العمود (أ) الموجود فيه هذا الصفر.

ج- صف (هـ) به صفر واحد نخصصه ونلغي باقي أصفار العمود (4) الموجود فيه هذا الصفر.

د- باقي الصفوف بها أكثر من صفر لذلك نختبر الأعمدة.

عمود (3) به صفر واحد نخصصه ونلغي باقي أصفار الصف (ج) الموجود فيه هذا الصفر.

ثالثاً: لم نصل إلى حل كامل، لذلك نطبق الخطوة (ج) من خطوات الحل المذكورة في أول هذا الدرس، ويظهر الحل كما في الجدول في أدناه.

آلات/ أوامر إنتاج	1	2	3	4	5
أ	5	0	8	10	11
ب	0	6	15	0	3
ج	8	5	0	0	0
د	0	6	4	2	7
هـ	3	5	6	0	8

أ- الصفر الموجود في خانة العمود (2) خصص عند اختبار الصفوف، لذلك نضع خطاً على عمود (2).

ب-الصفر الموجود في خانة (ب) خصص عند اختبار الصفوف، لذلك نضع خطاً على عمود (1).

جـ الصفر الموجود في خانة (هـ) العدد (4) خصص عند اختبار الصفوف، ولذلك نضع خطاً على عمود (4).

د- الصفر الموجود في خانة (ج) العدد (3) خصص عند اختبار الأعمدة، ولذلك نضع خطاً على صف (ج).

هـ- أقل قيمة غير مغطاة بخط هي (3) في خانة (ب) (5).

و- نطرح هذه القيمة من كل قيمة لم يمر بها خط.

ز- نجمع هذه القيمة من كل قيمة تقاطع عندها خطان.

الأصفار والقيم التي مر بها خط واحد لا تتغير.

رابعاً: ينتج عن هذا الجدول الشكل في أدناه.

آلات/ أوامر إنتاج	1	2	3	4	5
أ	5	0	5	10	8
ب	0	6	12	0	0
ج	11	8	0	0	0
د	0	6	1	2	4
هـ	3	5	3	0	5

خامساً: نعيد اختبار الصفوف والأعمدة كما في الجدول في أدناه:

آلات/ أوامر إنتاج	1	2	3	4	5
أ	5	0	5	10	8
ب	0	6	12	0	0
ج	11	8	0	0	0
د	0	6	1	2	4
هـ	3	5	3	0	5

أ- صف (أ) به صف واحد نخصصه وليس هناك أصفار في عمود هذا الصفر.

ب- صف (د) به صفر واحد نخصصه، ونلغي باقي أصفار العمود (1) الموجود فيه هذا الصفر.

ج- صف (د) به صفر واحد نخصصه، ونلغي باقي أصفار العمود (4) الموجود فيه هذا الصفر.

د- العمود (3) به صفر واحد نخصصه، ونلغي باقي أصفار الصف (ج) الموجود فيه هذا الصفر.

ه- أصبح هناك صفر واحد في صف (ب) نخصصه.

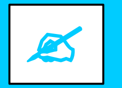
سادساً: وبذلك نصل إلى حل كامل كما هو:

الأوامر	الآلة
2	أ
5	ب
3	ج
1	د
4	هـ

أي وضع أمر الإنتاج الأول سوف يكون على الآلة (د) ، وأمر الإنتاج (2) على الآلة (أ) ، وأمر الإنتاج (3) على الآلة (ج) وأمر الإنتاج (4) على الآلة (هـ)، وأمر الإنتاج (5) سوف يكون على الآلة (ب).

وتكاليف الإنتاج لهذا الحل كالآتي:

أ	2 وتكون القيمة	2
ب	5 وتكون القيمة	6
ج	3وتكون القيمة	5
د	1وتكون القيمة	2
هـ	4 وتكون القيمة	3
المجموع	18	



مثال:

يراد تخصيص آلة معينة من بين (5) آلات لكل أمر إنتاج من بين (5) أوامر إنتاج علماً بأن درجة الكفاية لتصنيع أمر إنتاج معين على آلة معينة هي كما موضح في الشكل المرفق، ويراد عمل التخصيص بحيث تبلغ درجة الكفاية أكبر ما يمكن:

آلات/ أوامر إنتاج	1	2	3	4	5
أ	7	2	10	12	13
ب	3	9	18	3	6
ج	13	10	5	5	5
د	2	8	6	4	9
هـ	6	8	9	3	11

الحل:

أكبر رقم في هذا الجدول هو (18)، لذلك نحول القيم الموجودة داخل هذه الخلايا حسب المعادلة الآتية:

القيمة الجديدة لخلية ما = (18) أكبر قيمة في الجدول.

القيمة الموجودة في الخلية: فمثلاً القيمة الموجودة في الخلية (أ) (1) هي (7) تصبح:

(18-7) =11 وهكذا

يتحول الجدول السابق إلى شكل جدول آخر وهو :

آلات/ أوامر إنتاج	1	2	3	4	5
أ	11	16	18	6	5
ب	15	9	صفر	15	12
ج	5	8	13	13	13
د	16	10	12	14	9
هـ	12	10	9	15	7

ثم يستمر الحل بطرح أقل قيمة من كل صنف ثم من كل عمود إلى آخر هذه الخطوات.

مثال:

خصص أوامر الإنتاج الستة التالية على الآلات الست الآتية: **إذا كان تصنيع أمر إنتاج معين على آلة معينة يظهر على النحو الآتي:**

آلات/ أوامر الإنتاج	1	2	3	4	5	6
أ	51	25	52	39	72	41
ب	50	81	65	49	29	22
ج	32	32	51	60	39	27
د	43	37	52	48	50	45
هـ	33	30	26	39	40	29
و	30	51	60	40	40	82

الحل:

أولا: نطرح من كل صف أقل قيمة فيه كما تظهر كالآتي:

آلات/ أوامر الإنتاج	1	2	3	4	5	6
أ	26	0	27	14	47	16
ب	28	59	43	27	7	0
ج	5	5	24	33	12	0
د	6	0	15	11	13	8
هـ	7	4	0	13	14	3
و	0	21	30	10	10	52

ثانياً: نطرح من كل عمود أقل قيمة فيه

آلات/ أوامر الإنتاج	1	2	3	4	5	6
أ	26	0	27	4	40	16
ب	28	59	43	17	0	0
ج	5	5	24	23	5	0
د	6	0	15	1	6	8
هـ	7	4	0	3	7	3
و	0	21	30	0	3	52

ثالثاً: نختبر الصفوف والأعمدة كما في الجدول الآتي:

أ- صف (أ) به صفر واحد نخصصه، ونلغي باقي أصفار العمود (2) الموجود به هذا الصفر.

ب-صف (ج) به صفر واحد نخصصه، ونلغي باقي أصفار العمود (6) الموجود به هذا الصفر.

آلات/ أوامر الإنتاج	1	2	3	4	5	6
أ	26	0	27	4	40	16
ب	28	59	43	17	0	0
ج	5	5	24	23	5	0
د	6	0	15	1	6	8
هـ	7	4	0	3	7	3
و	0	21	30	0	3	52

(ج) صف (هـ) به صفر واحد نخصصه وليس هناك أصفار في عمود (3) الموجود به هذا الصفر.

(د) عمود (4) به صفر واحد نخصصه، ونلغي باقي أصفار الصف (و) الموجود به هذا الصفر.

(هـ) عمود (5) به صفر واحد نخصصه، وباقي أصفار الصف (ب) الموجود به الصفر قد ألغيت من قبل.

رابعاً: لم نصل إلى حل كامل، لذلك نطبق الخطوة (هـ) من خطوات الحل المذكورة في أول هذا الملحق.

آلات/ أوامر الإنتاج	1	2	3	4	5	6
أ	26	0	27	4	40	16
ب	28	59	43	17	0	0
ج	5	5	24	23	5	0
د	6	5	15	1	6	8
هـ	7	4	0	3	7	3
و	0	21	30	0	3	52

أ- الصفر الموجود في خانة (أ) (2) خصص عند اختبار الصفوف، ولذلك نضع خطاً على عمود (2).

ب- الصفر الموجود في خانة (ب) (5) خصص عند اختبار الأعمدة، ولذلك نضع خطاً على (صفر) (ب).

ج- الصفر الموجود في خانة (ج) خصص عند اختبار الصفوف، ولذلك نضع خطاً على عمود (6).

د- الصفر الموجود في خانة (هـ) (3) خصص عند اختبار الصفوف، ولذلك نضع خطاً على عمود (3).

هـ- الصفر الموجود في خانة (و) (4) خصص عند اختبار الأعمدة، ولذلك نضع خطاً على صف (و).

و- أقل قيمة غير مغطاة بخط هي (1) الموجود في خانة (د) (4) .

ز- نطرح هذه القيمة من كل قيمة لم يمر بها خط.

ح- نجمع هذه القيمة على كل قيمة تقاطع عندها خطان.

ط- الأصفار والقيم التي مر بها خط واحد لا تتغير.

آلات/ أوامر الإنتاج	1	2	3	4	5	6
أ	25	صفر	27	3	39	16
ب	28	60	44	17	صفر	صفر
ج	4	5	24	22	4	صفر
د	5	صفر	15	صفر	5	8
هـ	6	4	صفر	2	6	3
و	صفر	22	31	صفر	3	52

(أ) صف (أ) به صفر واحد نخصصه، ونلغي باقي أصفار عمود (2) الموجود به هذا الصفر.

(ب) صف (ج) به صفر واحد نخصصه، ونلغي باقي أصفار عمود(6)الموجود به هذا الصفر .

(ج) صف (د) به صفر واحد نخصصه، ونشطب باقي أصفار عمود (4) الموجود به هذا الصفر.

(د) صف (هـ) به صفر واحد نخصصه، وليس هناك أصفار في عمود (3) الموجود به هذا الصفر.

(ه) عمود (1) به صفر واحد وباقي أصفار الصف ألغيت سابقاً.

(و) صف (ب) أصبح به صفر واحد نخصصه وليس هناك أصفار في عمود (5) الموجود به هذا الصفر.

(ز) وبذلك يصبح التخصيص كاملاً على النحو الآتي:

أ= (2)

ب= (5)

ج= (6)

د= (4)

هـ= (3)

و= (1)

بعد ذلك يظهر أن أمر الإنتاج (1) على الآلة (و) وأمر الإنتاج (2) يكون على الآلة (أ) وأمر الإنتاج (3) يكون على الآلة (هـ) وأمر الإنتاج (4) يكون على الآلة (د) وأمر الإنتاج (5) يكون على الآلة ب، وأمر الإنتاج (6) يكون على الآلة (ج) بينما تكاليف هذا الحل تظهر كما يأتي:

أ= (25)

ب= (29)

ج= (27)

د= (48)

هـ= (26)

و= (30)

آلة	أمر	تكاليف
أ	2	25
ب	5	29
ج	6	27
د	4	48
هـ	3	26
و	1	30
المجموع		**185**

ويمثل الحل الأمثل.

مثال : خصص أوامر الإنتاج الستة الآتية على الآلات الست إذا عرفت أن تكلفة منتج معين على آلة محددة كما يظهره الجدول الآتي:

أوامر إنتاج/ آلات	1	2	3	4	5	6
أ	51	25	52	39	72	41
ب	50	81	65	49	29	22
ج	27	32	51	60	39	32
د	43	52	37	48	50	45
هـ	33	30	39	26	40	29
و	82	40	40	60	30	51

الحل:

1- نطرح من كل صف أقل قيمة فيه.

أوامر إنتاج/ آلات	1	2	3	4	5	6
أ	26	0	27	14	47	16
ب	28	59	33	27	7	0
ج	0	5	24	33	12	5
د	6	15	0	11	13	8
هـ	7	4	13	0	14	3
و	52	10	10	30	0	21

نطرح من كل عمود أقل قيمة فيه، ويلاحظ أن أقل قيمة هي الصفر، لذا يظهر الجدول السابق كما هو.اختبر الصفوف والأعمدة كما يلي فينتج الجدول الآتي:

أوامر إنتاج/ آلات	1	2	3	4	5	6
أ	26	0	27	14	47	16
ب	28	59	33	27	7	0
ج	0	5	24	33	12	5
د	6	15	0	11	13	8
هـ	7	4	13	0	14	3
و	52	10	10	30	0	21

صف(أ) به صفر واحد نخصصه وليس هناك أصفار في عموده

صف (ب) به صفر واحد نخصصه وليس هناك أصفار في عموده.

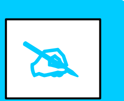
صف (ج) به صفر واحد نخصصه وليس هناك أصفار في عموده.

صف (د) به صفر واحد نخصصه وليس هناك أصفار في عموده.

صف (هـ) به صفر واحد نخصصه وليس هناك أصفار في عموده.

صف (و) به صفر واحد نخصصه وليس هناك أصفار في عموده.ويكون شكل التخصيص على النحو الآتي:

الأوامر	الآلات	القيمة
أ	2	25
ب	6	22
ج	1	27
د	3	37
هـ	4	26
و	5	30
المجموع الكلي		**167**



مثال:

يراد تخصيص آلة معينة من بين (5) آلات لكل أمر إنتاج من بين (5) أوامر إنتاج علماً بأن درجة الكفاية لتصنيع أمر إنتاج معين على آلة معينة هي التي يوضحها الجدول الآتي: ويراد تخصيصه بغرض تحقيق مستوى كفاية أعلى.

أوامر/ آلات	1	2	3	4	5
أ	7	2	10	12	13
ب	3	9	18	3	6
ج	13	1	5	5	5
د	2	8	6	4	9
هـ	6	8	9	3	11

الحل: أكبر رقم في الجدول هو (18).

نقوم بطرح الرقم (18) من كل خلية ليعطي الجدول الآتي:

أوامر / آلات	1	2	3	4	5
أ	11	16	8	6	5
ب	15	9	صفر	15	12
ج	5	8	13	13	13
د	16	10	12	14	9
هـ	12	10	9	15	7

ويكون الحل النهائي كما يأتي:

أ	4	12
ب	3	18
ج	1	13
د	2	8
هـ	5	11
المجموع الكلي		**62**



مثال:



خصص أوامر الإنتاج الخمسة على الآلات الخمس الآتية إذا كانت تكلفة تصنيع أمر إنتاج معين كل آلة معينة يظهر في الجدول الآتي:

أوامر / آلات	1	2	3	4	5
أ	16	25	4	15	10
ب	7	19	18	23	12
ج	16	12	13	15	20
د	9	12	7	15	7
هـ	18	12	14	9	10

الحل:

أولا: نطرح من كل صف أقل قيمة فيه وهي (4).

ويظهر الجدول الجديد كما يأتي:

أوامر/ آلات	1	2	3	4	5
أ	12	21	صفر	11	6
ب	صفر	12	11	16	5
ج	4	صفر	1	3	8
د	2	5	صفر	8	صفر
هـ	9	3	5	صفر	1

ثانياً: نطرح من كل عمود أقل قيمة فيه وهي (صفر) ويكون نفس الجدول السابق.

أوامر/ آلات	1	2	3	4	5
أ	12	21	صفر	11	6
ب	صفر	12	11	16	5
ج	4	صفر	1	3	8
د	2	5	صفر	8	صفر
هـ	9	3	5	صفر	8

أ- صف (أ) به (صفر) واحد نخصصه ونلغي الأصفار الموجودة في عموده.

ب- صف (ب) به (صفر) واحد نخصصه وليس هناك أصفار في عموده.

ج- صف (ج) به (صفر) واحد نخصصه وليس هناك أصفار في عموده.

هـ- صف (هـ) به (صفر) واحد وليس هناك أصفار في عموده.وبذلك يصبح التخصيص على النحو الآتي:

أ	3	4
ب	1	7
ج	2	12
د	5	7

هـ	4	9
المجموع الكلي		**39**



مثال:

خصص أوامر الإنتاج الستة الآتية على آلات ست بالمصنع إذا كانت تكلفة إنتاج أمر معين على آلة معينة كما هو الآتي:

أوامر إنتاج/ آلات	1	2	3	4	5	6
أ	51	25	52	39	72	41
ب	50	81	65	49	39	22
ج	27	32	51	60	29	32
د	43	52	37	48	50	45
هـ	33	30	39	26	40	29
و	82	40	40	60	30	51

الحل:

نطرح من كل صف أقل قيمة كما في الجدول الآتي:

أوامر إنتاج/ آلات	1	2	3	4	5	6
أ	26	0	27	14	47	16
ب	28	59	33	27	7	0
ج	0	5	24	33	12	5
د	6	15	0	11	13	8
هـ	7	4	13	0	14	3
و	52	10	10	30	0	21

أ- صف (أ) به صفر واحد نخصصه وليس هناك أصفار في عموده.

ب- صف (ب) به صفر واحد نخصصه وليس هناك أصفار في عموده.

ج- صف (ج) به صفر واحد نخصصه وليس هناك أصفار في عموده.

د- صف (د) به صفر واحد نخصصه وليس هناك أصفار في عموده.

ه- صف (هـ) به صفر واحد نخصصه وليس هناك أصفار في عموده.

و- وبذلك يصبح التخصيص على النحو الآتي:

أ	2
ب	6
ج	1
د	3
هـ	4
و	5

مثال:



خصص أوامر الإنتاج الخمسة الآتية على الآلات الخمس الآتية: إذا كانت تكاليف تصنيع أمر إنتاج معين على آلة معينة كما في الجدول الآتي:

آلات/أوامر	1	2	3	4	5
أ	7	2	9	12	13
ب	3	9	18	3	6
ج	13	10	5	5	5
د	2	8	6	4	9
هـ	6	8	9	3	11

الحل:

اولا: نطرح من كل صف أقل قيمة فيه كما في الجدول الآتي:

آلات/أوامر الإنتاج	1	2	3	4	5
أ	5	0	8	10	11
ب	0	6	15	1	3
ج	0	0	0	5	8
د	2	4	6	0	7
هـ	3	5	6	8	0

ثانياً: نطرح من كل عمود أقل قيمة فيه، وسينتج عن ذلك نفس الجدول السابق.

آلات/أوامر الإنتاج	1	2	3	4	5
أ	5	0	8	10	11
ب	0	6	15	1	3
ج	0	0	0	5	8
د	2	4	6	0	7
هـ	3	5	6	8	0

ثالثا: نختبر الصفوف والأعمدة:

أ- صف (أ) به صفر واحد نخصصه وليس هناك أصفار في عموده.

ب- صف (د) به صفر واحد نخصصه ونلغي باقي أصفار العمود (أ) الموجود فيه هذا الصفر.

ج- صف (هـ) به صفر واحد نخصصه ونلغي باقي أصفار العمود (4) الموجود فيه هذا الصفر.

د- باقي الصفوف بها أكثر من صفر لذلك نختبر الأعمدة.

هـ - عمود به (3) صف واحد نخصصه ونلغي باقي أصفار الصف (ج) الحل الموجود فيه هذا الصفر.

رابعاً:لم نصل إلى حل كامل، لذلك نطبق الخطوة (ج) من خطوات الحل لتظهر في الجدول الآتي:

آلات/أوامر الإنتاج	1	2	3	4	5
أ	5	0	8	10	11
ب	0	6	15	1	3
ج	0	0	0	5	8
د	2	4	6	0	7
هـ	3	5	6	8	0

نطرح من كل عمود أقل قيمة فيه، وسينتج عن ذلك الجدول السابق نفسه.

- نختبر الصفوف والأعمدة.

أ- صف (أ) به صفر واحد نخصصه وليس هناك أصفار في عموده.

ب- صف(د) به صفر واحد نخصصه، ونلغي باقي أصفار العمود (أ)الموجود فيه هذا الصفر.

ج- صف (هـ) به صف واحد نخصصه، ونلغي باقي أصفار العمود (4) الموجود فيه هذا الصفر.

د- باقي الصفوف بها أكثر من صفر لذلك نختبر الأعمدة.

هـ - عمود به (3) صف واحد نخصصه ونلغي باقي أصفار الصف (ج) الحل الموجود فيه هذا الصفر.

خامساً- لم نصل إلى حد كامل، لذلك نطبق الخطوة (ج) من خطوات الحل ليظهر في الجدول الآتي:

آلات/أوامر	1	2	3	4	5
أ	5	0	5	10	8
ب	0	6	12	0	0
ج	11	8	0	0	0
د	0	6	1	2	4
هـ	3	5	3	0	5

أ- الصفر الموجود في خانة (أ) (2) خصص عند اختبار الصفوف، لذلك نضع خطاً على عمود (2) .

ب- الصفر الموجود في خانة (د) (1) خصص عند اختبار الصفوف، ولذلك نضع خطاً على عمود (1).

ج- الصفر الموجود في خانة هـ (4) خصص عند اختبار الصفوف، ولذلك نضع خطاً على عمود (4).

د- أقل قيمة غير مغطاة بخط هي (3) في خانة (ب) (5).

ه- نطرح هذه القيمة من كل قيمة لم يمر بها خط.

و- نجمع هذه القيمة على كل قيمة تقاطع عندها خطان.

ز- الأصفار والقيم التي يمر بها خط واحد لا تتغير.

❖ ينتج عن هذا كله الجدول السابق نفسه.

❖ نعيد اختبار الصفوف والأعمدة في الجداول السابقة.

أ- صف (أ) به صفر واحد نخصصه وليس هناك أصفار في عمود هذا الصفر.

ب- صف (د) به صفر واحد نخصصه، ونلغي باقي أصفار العمود الموجود فيه هذا الصفر.

ج- صف (هـ) به صفر واحد نخصصه، ونلغي باقي أصفار العمود الموجود فيه هذا الصفر.

د- العمود (3) به صفر واحد نخصصه، ونلغي باقي أصفار (ج) الموجود فيه هذا الصفر.

ه- أصبح هناك صفر واحد في صف (ب) نخصصه.

❖ وبذلك نصل إلى حل كامل هو:

أ	2
ب	5
ج	3
د	1
هـ	4

ويكون حجم التكاليف على النحو الآتي:

الأمر	التكاليف	القيمة
أ	2	2
ب	5	6
ج	3	5
د	1	7
هـ	4	3
المجموع		18

أمثلة على التخصيص:

خصص العمال الثلاثة: أ، ب، ج، على المهام الثلاثة، وهي: 1،2،3، والتي تتضح كما يأتي:

العمال/ المهام	1	2	3
أ	18	14	10
ب	24	20	28
ج	32	26	30

الحل:

نحدد أصغر رقم في كل صف ونطرحه، وهي:10،20،26، ويظهر كما يأتي: في الجدول في أدناه:

العمال/ المهام	1	2	3
أ	8	4	صفر
ب	4	0	8
ج	6	0	4

لا بد من تخصيص كل صف أو عمود بمهمة واحدة ولكن يلاحظ العمود الثاني له مهمة واحدة ويشغلها عاملان هما ب، ج، أو يتم تنفيذها في وقت واحد، لذا فانه ليس حلاً أمثل، لذا نقوم بطرح الرقم (4) من العمود(1) من الجدول ليصبح:

العمال/ المهام	1	2	3
أ	4	4	صفر
ب	0	0	8
ج	2	0	4

لذا يخصص العمال على النحو الآتي:

عمال	المهمة
أ	3
ب	1
ج	2

ويكون مجموع التكاليف اللازمة لهذا التخصيص من الجدول الأصلي هي:

عمال/	المهمة	التكاليف
أ	3	10
ب	1	24
ج	2	26
المجموع		60

مثال:

الرجاء تخصيص (4) عمال على أربعة مهام هي: 1،2،3،4
علماً بأن العاملين هم: أ، ب، ج، د.

عمال/ مهام	1	2	3	4
أ	6	12	8	2
ب	18	20	14	18
ج	14	22	10	8
د	10	16	14	16

- نختار أقل قيمة من الخلايا التي لا تغطيها أو تمر بها المستقيمات المتقطعة يتم تخصيصه في الجدول في أعلاه، ثم نطرحها من أي قيم لا تمر بها المستقيمات المتقطعة، ونضيفها إلى أي قيمة يلتقي عندها مستقيمان كما هو موضح في الجدول في أعلاه.

عمال/ مهام	1	2	3	4
أ	4	10	6	0
ب	4	6	0	4
ج	6	14	2	0
د	0	6	4	6

نطرح أقل قيمة في كل صف وهي:(2)،14، 8، 10،ويكون الجدول على النحو الآتي:

عمال/ مهام	1	2	3	4
أ	2	8	4	0
ب	4	6	0	6
ج	4	12	0	0
د	0	6	4	8

نطرح الرقم (6) من العمود الثاني في الجدول أعلاه حتى يتم تخصيصه ليصبح الجدول كما يأتي:

عمال / مهام	1	2	3	4
أ	2	8	4	0
ب	4	0	0	6
ج	4	6	0	0
د	0	0	4	8

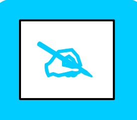
لذا يتم التخصيص الأمثل كما يأتي:



العامل	المهمة
أ	4
ب	2
ج	3
د	1

وتكون التكاليف على النحو الآتي:

العمال	الأوامر	التكاليف
أ	4	2
ب	2	20
ج	3	10
د	1	10
المجموع		**42**



مثال: لدينا ثلاثة عمال هم : أ، ب، ج، يعملون على آلات ثلاث هي:1،2،3،

عمال/ مهام	1	2	3
أ	18	14	10
ب	24	20	28
ج	32	26	30

يلاحظ أن عدد العمال (3) ورغبت الشركة في خفض التكاليف إذن عدد البدائل هو:

ر3= ر3 ر2 ر1= (6) بدائل ويمكن عرض الحل على النحو الآتي:

عمال/مهام	1	2	3	البدائل	أ	ب	ج	التكاليف
أ	18	14	10	1	1	2	3	62=32+20+10
ب	24	20	28	2	2	1	3	74=32+28+14
ج	32	26	30	3	3	2	1	68=30+20+18
				4	3	1	2	72=26+28+18
				5	2	3	1	70=30+24+14
				6	1	2	3	60=26+24+10

يظهر من الجدول في أعلاه أن ما يحقق أقل تكلفة هو البديل الأخير (60).



مثال تعظيم الربح:

لدى شركة سابنتود التجارية عدد من العمال ترغب في شغلهم بمهام محددة بشرط ان تعمل على تحقيق أكبر مستوى من الربحية الممكنة، لذا يرجى تخصيص هؤلاء العمال على هذه المهام المتمثلة في مصفوفة تحقق الأرباح التي تناسب الشركة.

عمال/ مهام	1	2	3	4
أ	10	8	30	12
ب	2	12	14	18
ج	14	2	22	10
د	20	18	36	28

ففي حالة تعظيم حجم الربحية يمكن طرح الأرقام من جميع الأرقام الكبيرة بالجدول (أي أكبر رقم في الجدول وهو (36) هو الأساس، والباقي يوضع في الجدول الآتي أي (36-10) وهكذا:

عمال/ مهام	1	2	3	4
أ	26	28	6	24
ب	34	24	22	18
ج	22	34	14	26
د	16	18	0	8

يلاحظ أنه تم تخصيص (د) على المهمة رقم (3) ليصبح كل الصفوف التي ليس بها صفر يطرح أقل الأرقام فيها ويطرح من الأعمدة ليصبح على النحو الآتي: وهي:6،18،14.

عمال/ مهام	1	2	3	4
أ	10	8	30	12
ب	2	12	14	18
ج	14	2	22	10
د	20	18	36	28

في حالة تعظيم الربحية يمكن طرح الأرقام من جميع الأرقام الكبيرة بالجدول أي من أكبر رقم في الجدول وهو (36) هو الأساس والباقي يوضع في الجدول الآتي أي (36-10) وهكذا.

عمال/ مهام	1	2	3	4
أ	26	28	6	24
ب	34	24	22	18
ج	22	34	14	26
د	16	18	0	8

يلاحظ أنه تم تخصيص (د) على المهمة رقم (3) ليصبح كل الصفوف التي ليس بها صفر يطرح أقل من الأرقام فيها ويطرح من الأعمدة على النحو الآتي وهي: 6،18،14.

عمال/ مهام	1	2	3	4
أ	20	22	0	18
ب	16	6	4	0
ج	8	20	0	12
د	16	18	0	8

يلاحظ أنه لم يتم تخصيص أي من العاملين على المهام.

نقوم بطرح أي رقم من كل عمود لا يوجد به صفر وهو الأقل من بقية الأعمدة وهي:6،8 على النحو الآتي من عمود (1،2) ، ويكون الجدول على النحو الآتي:

عمال/ مهام	1	2	3	4
أ	12	16	0	18
ب	8	0	4	0
ج	0	14	0	12
د	8	12	0	8

نغطي كل صف وكل عمود يحتوي على صف أقل عمود من المستقيمات كما يظهر من الجدول في أعلاه.

ونختار أقل رقم من الأرقام غير المغطاة وهو (8)، ونطرحه من جميع الأرقام غير المغطاة ونضيفه إلى الأرقام التي تقع عند تقاطع مستقيمين لنحصل على الجدول في أدناه:

عمال/ مهام	1	2	3	4
أ	20	24	0	26
ب	8	0	12	0
ج	0	14	8	12
د	0	4	0	0

وبهذا يكون الحل الأمثل لهذا التخصيص على النحو الآتي:

العامل	المهام
أ	3
ب	2
ج	1
د	4

وتكون التكاليف على النحو الآتي:

العامل	التخصيص	التكاليف
أ	3	30
ب	2	12
ج	1	14
د	4	28
المجموع		**84**

تمرين للمناقشة:

لدى شركة اميفارما البيانات التالية ترغب في تخصيص العاملين: أ،ب، ج، د على شغل (4) آلات مختلفة هي: 1،2،3،4 وترغب في تخصيصها على النحو الآتي:

أ- بغرض تعظيم الربحية.

ب- الضغط على المصروفات إلى أبعد حد ممكن.

عمال/ مهام	1	2	3	4
أ	7	5	18	6
ب	13	9	2	11
ج	19	12	9	17
د	3	5	8	4

تمرين للمناقشة:

أوجد الحل الأمثل لمشكلة التخصيص الآتي:

عمال/ مهام	1	2	3	4
أ	14	9	8	5
ب	1	8	3	10
ج	13	1	5	5
د	12	9	2	4
هـ	1	8	3	1
و	9	1	1	0



3. الخلاصة:

نماذج الاختبار والتكليف والتخصيص تمثل حالة خاصة لمشكلات النقل يكون فيها التوزيع أو التخصيص واحداً لواحد ، أي عاملاً لكل مهمة أو آلية لكل مشروع أو ما شابه ذلك.

تناولنا مفهوم نظرية التخصيص وأهدافها التي تتمثل في تقليل التكاليف أو المساواة أو تقليل وقت الإنتاج، وزيادة كفاية المنشأة بحسن استخدام الموارد أساساً ، وتقوم على أساس مدخل تكاليف الفرصة البديلة بمعنى زيادة الأرباح التي كان يجب الحصول عليها لو اتخذنا قراراً غير القرار الذي اتخذ بالفعل.

كما استعرضنا بالتفصيل خطوات الحل لأي تمرين باستخدام نظرية التخصيص.

ومن خلال مراجعة الأمثلة التطبيقية وحلولها التي تجدها في ثنايا الوحدة نتوقع أن تكون قد تكونت لديك المهارات الكافية للتعامل مع هذا النوع من المشكلات.



4. لمحة مسبقة عن الوحدة الدراسية الخامسة:

عزيزي الدارس، نتناول في الوحدة القادمة من هذا المقرر نماذج إدارة المخزن – حيث إن إدارة المنشآت تركز على الاحتفاظ بمخزون سلعي يحقق الاستقرار في عمليات الإنتاج ويقلل مخاطر عدم انتظام التوريد والإنتاج مما يعطل عمل قطاع الإنتاج، ويقي المنشأة ارتفاع تكاليف الوحدات المنتجة.



5. إجابات التدريبات:

تدريب (1)

1- نحسب جدول تكاليف الفرص البديلة استناداً إلى مصفوفة التكاليف المبينة في التدريب، نقوم أولاً بتنقيص الأسطر، ونضع النتائج بشكل جدول مع النحو المبين في أدناه.

جدول (1)

العمال	الآلات			
	1	**2**	**3**	**4**
A	5	0	6	3
B	2	0	5	4
C	3	0	5	8
D	2	0	3	2

جدول (2)

العمال	الآلات			
	1	**2**	**3**	**4**
A	3	0	3	1
B	0	0	2	2
C	1	0	2	6
D	0	0	0	0

ثم نقوم بتخفيض الأعمدة ونضع النتائج على النحو المبين في أدناه :

جدول (3)

العمال	الآلات			
	1	**2**	**3**	**4**
A	2	0	2	0
B	0	1	2	2
C	0	0	1	0
D	0	1	0	0

2- اختبار إمكانية الوصول إلى التعيين الأمثل نظراً لأن الأصفار في الجدول(2) يمكن تغطيتها بثلاثة خطوط مستقيمة ، فإننا ما زلنا قادرين على تحديد التعيين الأمثل للعمال الأربعة ، ولذلك فإنه لابد من الاستمرار في الحل. لذا ننتقل إلى الخطوة الآتية وهي تحسين جدول تكاليف الفرص البديلة.

3- تحسين جدول تكاليف الفرص البديلة:

نحدد أقل قيمة مكشوفة ثم نطرحها من جميع القيم المكشوفة في الجدول رقم (2) ونضيفها إلى النقطة التي يتقاطع عندها خطان مستقيمان، وفي النهاية نحصل على الجدول(3)

وبما أن الجدول (3) يمكننا من رسم أربعة خطوط مستقيمة لتغطية الأصفار الموجودة ، فإنه يمكننا الانتقال إلى الخطوة الآتية وهي تحديد التعيين المثالي للعمال.

4- تحديد التعيين الأمثل:

- العامل A يعين على الآلة 4 بتكلفة 6 وحدات نقدية.
- " B " " " 1 " 7 " ".
- " C " " " 2 " 7 " ".
- " D " " " 3 " 5 " ".

إجمالي التكاليف 25 وحدة نقدية

وهو المطلوب.

6. مسرد المصطلحات:

❖ مشكلة التخصيص **Assignment Problem**:

حالة خاصة من حالات مشكلات النقل في البرمجة الخطية تتعلق بالبحث عن التخصيص الأمثل لموارد أو إمكانيات متاحة على عدد من المهمات والوظائف بهدف تقليل التكاليف الإجمالية.

❖ قاعدة التكاليف الأقل **Lowest Cost Rule**:

وهي قاعدة لإيجاد الحل الأولي في نماذج التخصيص.

❖ قاعدة التكاليف الأقل في العمود **Columns Lowest Rule**:

قاعدة لإيجاد الحل الأولي في نماذج التخصيص.



7. المراجع:

1. إبراهيم أحمد أونور، بحوث العمليات- مفاهيم نظرية وتطبيقية(الخرطوم: د.ن ،د.ت).
2. أحمد سرور محمد، إدارة الإنتاج (القاهرة: مكتبة عين شمس، 1990).
3. أحمد سرورمحمد، وآخرون. إدارة العمليات (القاهرة: مكتبة عين شمس، 1999م).
4. أحمد سرور محمد، بحوث العمليات في الإدارة (القاهرة: مكتبة عين شمس، 1987م)
5. أحمد سرور أحمد، محاضرات في بحوث العمليات (القاهرة: كلية التجارة وإدارة الأعمال، جامعة حلوان 1988م).
6. حمدي طه، مقدمة في بحوث العمليات، تعريب: أحمد حسين على حسين (الرياض: دار المريخ للنشر، 1996م).
7. د. الحناوي، محمد صالح، وماضي، محمد توفيق، بحوث العمليات في تخطيط ومراقبة الإنتاج (الإسكندرية: الدار الجامعية، 1996م).
8. على العلاونة، وآخرون ، بحوث في العمليات في العلوم التجارية (الأردن، عمان: دار المستقبل للنشر والتوزيع، 2000م).
9. مصطفي، أحمد سيد، إدارة الإنتاج والعمليات في الصناعة والخدمات (القاهرة: الأنجلو مصرية، 1993م).
10. ماضي، محمد توفيق، إدارة الانتاج والعمليات- مدخل إتخاذ القرارات (الإسكندرية: الدار الجامعية، 1996م).
11. جلال الأشعري 2010، محاضرات ، جامعة صنعاء ، بحوث العمليات.
12. StevenSon.W.J. Production & Operation Management (London: Richard Irwin1996).
13. Hamdy .A.Taha. Operation Research & Introduction (London: Prentice Hall. Inc.1997).


UNIVERSITY OF SCIENCE & TECHNOLOGY
١٩٩٤م
١٤١٤هـ
وقل رب
زدني علماً
جامعة العلوم والتكنولوجيا

5 الوحدة الخامسة

نظرية شبكات الأعمال


UNIVERSITY OF SCIENCE & TECHNOLOGY
١٩٩٤م
١٤١٤هـ
وقل رب
زدني علماً
جامعة العلوم والتكنولوجيا

محتويات الوحدة

الموضـــــــوع	الصفحة
1. المقدمة	156
1.1 التمهيد	156
2 .1 أهداف الوحدة	157
2. طريقة المسار الحرج	158
3. طريقة تقييم ومراجعة المشروعات "بيرت"	174
4. الخلاصة	188
5. لمحة مسبقة عن الوحدة الدراسية السادسة	189
6. إجابات التدريبات	190
7. مسرد المصطلحات	194
8. المراجع	196



1- المقدمة:

1.1 التمهيد:

عزيزي الدارس،

أهلاً بك إلى الوحدة الخامسة بعنوان نظرية شبكات الأعمال والمسار الحرج من مقرر بحوث العمليات، وسنستعرض فيها نماذج شبكات الأعمال، وفي هذه النماذج تتم صياغة المسألة على شكل شبكة أو مخطط هندسي. وقد قمنا بتوضيح هذه المفاهيم من خلال أمثلة تطبيقية متنوعة. وتعود أهمية هذه التطبيقات إلى استخداماتها في واقع حياتنا العملية سواء على مستوى المؤسسات أم على المستوى العالمي. فيمكن مثلاً استخدام النماذج الشبكية لإيجاد أقصر طول لخطوط الهاتف بين المحطة الرئيسة والمحطات الفرعية في عدد من القرى المجاورة. أو أقصى كمية تدفق النفط من مركز إنتاجه إلى محطة توليد الطاقة، أو إيجاد أقصر طريق في شبكة مواصلات تصل بين مدينتين في قطر معين.

وفي هذه الوحدة أمثلة مجاب عنها وتدريبات وأسئلة تقويم ذاتي مع حلول إجابات نموذجية للتدريبات تقع في نهاية الوحدة إضافة لأمثلة توضيحية في ثنايا الوحدة. وقد حرصنا على توفير بعض التدريبات بهدف ترسيخ التعلم وتعزيزه لديك بصفة عامة، ومساعدتك على تنمية موهبتك على فهم هذه الوحدة، كما ذيلنا هذه الوحدة بمسرد للمصطلحات التي وردت في النص الرئيس.

أهلاً بك مرة أخرى إلى هذه الوحدة، نرجو أن تستمتع بدراستها، وأن تفيد منها، وأن تشارك في نقدها وتقييمها، والله من وراء القصد.

2.1 أهداف الوحدة:



عزيزي الدارس، بعد فراغك من دراسة هذه الوحدة ينبغي أن تكون قادراً على أن:

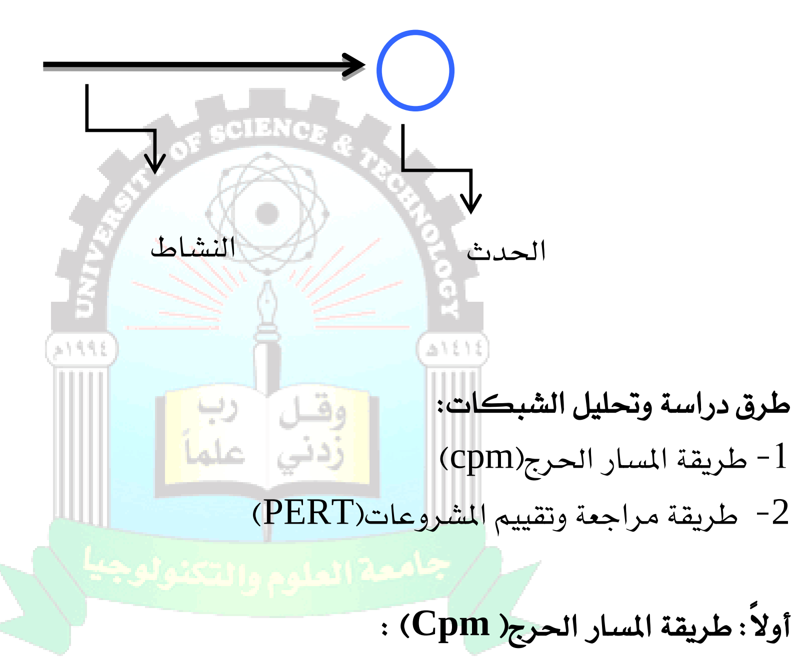
1. تعرف أساليب تحليل الشبكات، وتستخدمها في دراسة وتحليل المشكلات ذات العلاقة.
2. تجد القيمة الصغرى للشبكات في التطبيقات المختلفة.
3. تدرس أساسيات المسار الحرج.
4. تحل مسألة التدفق الأعظم في الشبكات بأنواعها المختلفة.



الشبكات صفحة 1 الى 8

الشبكة: هي مشروع مكون من عدد من الأنشطة يحب تنفيذها بزمن معين لانجاز المشروع بالكامل.

النشاط: هو عمل يبدأ بنقطة زمنية معينة وينتهي بنقطة زمنية أخرىتسمى حدث يرمز له بالرمز ◯ ويحتاج لتنفيذه وقت وإمكانيات محددة يعبر عنه بخط سهمي



طرق دراسة وتحليل الشبكات:

1- طريقة المسار الحرج(cpm)

2- طريقة مراجعة وتقييم المشروعات(PERT)

أولاً: طريقة المسار الحرج(Cpm) :

تفيد في تخطيط المشروعات من حيث:

- تحديد الأنشطة
- تحديد الوقت اللزم لتنفيذ كل نشاط على حدة
- تمثيل الأنشطة بأسهم مرتبة حسب الأولويات للوصول للشبكة التي تمثل المشروع كامل

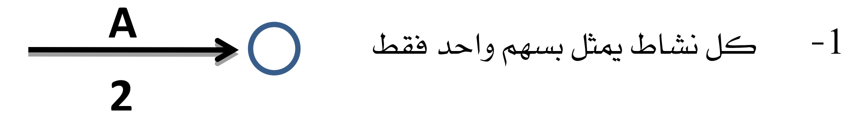
وتقيد أيضاً في الجدولة الزمنية للمشروع من حيث:

- جدولة نتفيذ الأنشطة المكونه للمشروع لمعرفة من هو النشاط الذي سنبدأ به ومن هو التشاط التالي وهكذا حتى نعلم النشاط الأخير.
- إظهار الأنشطة الحرجة التي لا يمكن تأجيلها.

- إظهار الوقت الفائض لكل نشاط الذي به يمكن تأخير الأنشطة دون أن يتأخر نتفيذ المشروع ويفيد أيضاً في رقابة تنفيذ المشروع.

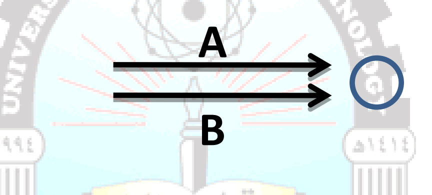
قواعد رسم الشبكات:

1- كل نشاط يمثل بسهم واحد فقط



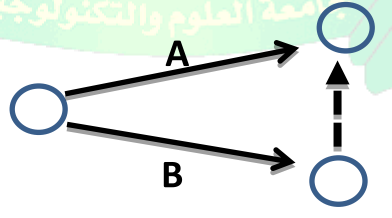
يكتب فوق أو تحت السهم النشاط (A) وفي الجانب الآخر يكتب زمن تنفيذ النشاط مثلاً (2 ساعة) والدائرة هي رمز الحدث عادة يكتب فيها رقم الحدث.

2- لا يمكن أن يبدأ نشاطين من نقطة واحدة وينتهيان بنقطة واحدة.



هذا تمثيل خاطئ

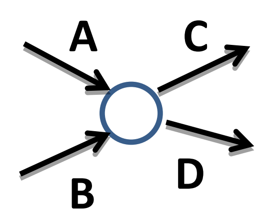
هذا الأمر يحدث عندما يبدأ النشاط B,A بوقت واحد فيكون التمثيل الصحيح هو كما في الشكل



نلاحظ رسم نشاط وهمي بخط متقطع بزمن صفر ويكون هذا هو الوضع أو التمثيل الصحيح.

يفيد النشاط الوهمي في حالات كثيرة كما في هذه الحالات مثلاً:

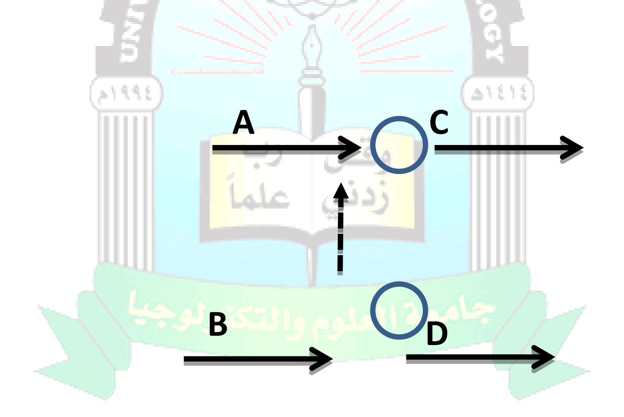
النشاط C يسبقه نشاطين A,B وكان النشاط D مسبوق بالنشاط B فقط. يكمن التعبير عن ذلك كما يلي:



هذا التمثيل خاطئ لأن النشاط D يكون مسبوق بالنشاط B,A وهذا خلاف ما هو مطلوب.

ويكون التمثيل الصحيح كما يلي:

هذا النشاط D فقط مسبوق بالنشاط B كما هو مطلوب.



يقرئ النشاط A لاحظ يظهر النشاط مع حدث النهايه

يقرئ النشاط (2-1) لاحظ يظهر النشاط مع حدث البداية وحدث النهاية

لاحظ يظهر النشاط مع حدث البداية والنهاية

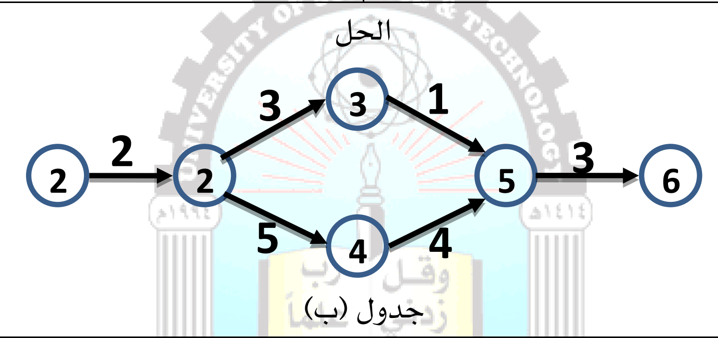
مثال:

إرسم الشبكة المكونة من الأنشطة التالية:

جدول (أ)

النشاط	مدة النشاط
2	1-2
3	2-3
5	2-4
1	3-5
4	4-5
3	5-6

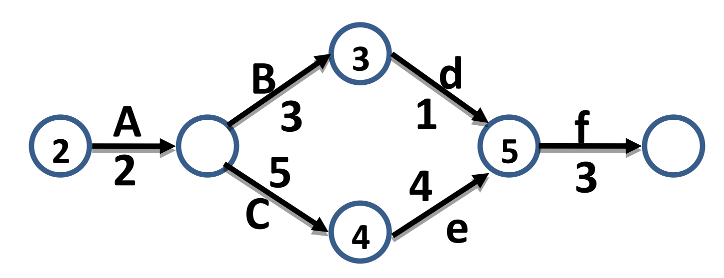
الحل



جدول (ب)

النشاط	النشاط السابق	مدة النشاط
2	---	A
3	A	B
5	A	C
1	B	d
4	C	e
3	d,e	f

الحل



لاحظ عم وجدود فرق في تخطيط الشبكة بين أ و ب وعلية قد نعرض الأنشطة بالشكل أ أو ب

- رسم الشبكات يظهر مايلي:
- الأسهم التي تمثل الأنشطة المختلفة للمشروع.
- رموز(أحرف) أعلى أو أسفل كل سهم تمثل إسم النشاط.
- دوائر مرقمة تمثل الحدث ورقمه التسلسلي.
- المسار الحرج هو أطول وقت في الشبكة من بدايتها إلى نهايتها.وقد يوجد أكثر من مسار حجز.
- الجدولة الزمنية للمشروع تظهر مايلي:

1 - الأزمنه اللازمه لتنفيذ كل نشاط على حده وتظهر على رسم الشبكة أسفل أو أعلى كل سهم ويرمز لها بالرمز D_{ij} حيث i حدث بداية النشاط، و j حدث نهاية النشاط.

2 - زمن البدئ المبكر: وهو أفضل وأبكر وقت يمكن أن يبدء به النشاط ويرمز له بالرمز Es_j ويحسب من العلاقة التالية:

$$ES_j = Max\left[ES_j + D_{ij}\right]$$

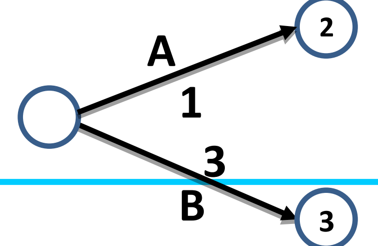
ويكتب هذا الرمز بعد حسابه داخل مربع أو مستطيل ويوضع بجوار كل حدث بداية نشاط.

- ES_1 يعني زمن البدء المبكر عند الحدث(1) لنشاط معين أو لأكثر من نشاط(النشاط أو الأنشطة التي بدأ فيها المشروع) وعلية فإنه/إنها تبدء بالرمز صفر.

أو نقول زمن البدء المبكر للنشاط الأول الذي لم يسبقة نشاط آخر هو صفر،

أو هو أقرب زمن يظهر خلاله الحدث 1 (الزمن الأقرب للحدث 1) ويظهر الحدث 1 فور إنجاز النشاط أو الأنشطة السابقة له.

- زمن البدء المبكر للأنشطة A,B في هذا الشكل: إذاً أقرب زمن يظهر خلاله الحدث 1 هو فور إنجاز

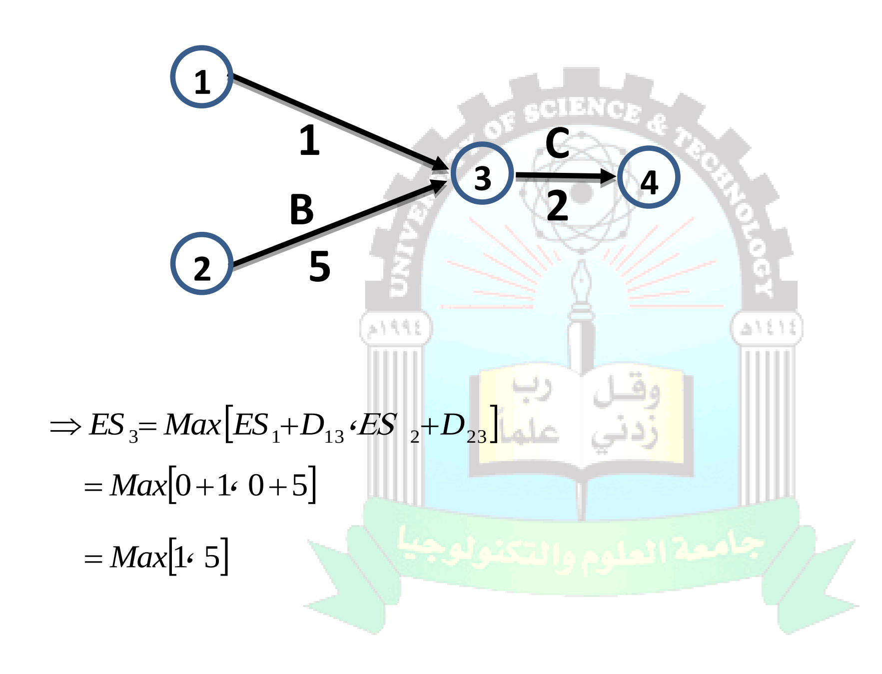


الأنشطة السابقة له (لا توجد أنشطة سابقة له)

إذاً $ES_1=0$

- زمن البدء المبكر في الشكل:

بما أن أقرب زمن يظهر خلال الحدث 3 هو فور إنجاز الأنشطة السابقة له أي فور إنجاز النشاطين A,B



$$\Rightarrow ES_3 = Max[ES_1 + D_{13} ، ES_2 + D_{23}]$$

$$= Max[0+1 ، 0+5]$$

$$= Max[1 ، 5]$$

3 - زمن الإنتهاء المتأخر: هو آخر وقت يمكن أن ينهى به النشاط ويرمز له بالرمز LC وهو آخر وقت لإنتهاء كل الأنشطة التي تنتهي عند الحدث j ويحسب من العلاقة:

$$LC_i = Min(LC_j - D_{ij})$$

ويكتب هذا الزمن بعد حسابه داخل مثلث ويوضع فوق مربع زمن البدء المبكر. ونبدء بحسابه من آخر حدث في الشبكة.

4 - زمن الإبتداء المتأخر: هو آخر وقت يمكن أن يبدء فيه النشاط دون تأخير في تنفيذ المشروع ككل ويرمز له بالرمز «LS» ويعطى بالعلاقة التالية:

$$LS_{ij}= LS_{j}-D_{ij}$$

5 - زمن الإنتهاء المبكر: هو أكثر الأوقات بكوراً يمكن أن ينتهي فيه النشاط ويرمز له بالرمز EC ويعطى بالعلاقة التالية:

$$EC_{ij}= ES_{j}+D_{ij}$$

6 - الوقت الفائض الكلي: هو الفارق بين أكبر وقت متاح لتنفيذ النشاط ومدته ويرمز له بالرمز «TF» ويعطى بالعلاقة التالي:

$$TF_{ij}= LC_{i}-ES_{j}-D_{ij}$$

7 - الوقت الفائض الحر: هو الفائض في الوقت المتاح لتنفيذ النشاط (Es_i-Es_j) عن مدته D_{ij} ويرمز له بالرمز Ff_{ij} ويعطى بالعلاقة التالية:

$$FF_{ij}= ES_{i}-ES_{j}-D_{ij}$$

-جميع الأزمنه السابقة يتم تلخيصها بجدول زمني للأنشطة المكونه للمشروع.

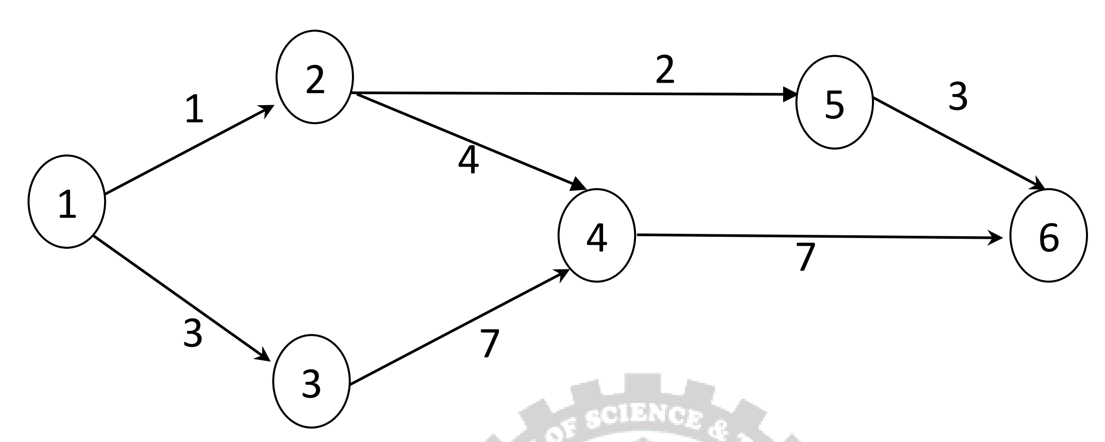
- في الجدول الزمني يكون المسار الحرج مؤشر لانشطته بالعلامة ❖ وهي الأنشطة المقابلة للقيم (0،0) في العمودين الأخيرين. عمود Tf_{ij} ، Ff_{ij} [(0، 0)]

أي عندما يكون الوقت الفائض الكلي والحر للأنشطة = صفر

أما يأتي الأنشطة ستكون غير حرجة ، أي يمكننا التأخير في البدء بها في حدود الفائض من الوقت المتاح بحيث لا يتأخر المشروع ككل.

مثال:

المخطط الآتي يمثل مشروعاً معيناً ومدة الأنشطة بالأسابيع كما يأتي:



والمطلوب

1- إيجاد التاريخ المتوقع المبكر لإنجاز المشروع وكذلك التاريخ المبكر لكل حدث في الشبكة في أعلاه.

2- إيجاد التاريخ المتوقع المبكر(زمن البدء).

3- آخر تاريخ مسموح به(زمن البدء المتأخر).

4- المرونه أو الوقت الإحتياطي.

الحل:

1- المسار الحرج هو المسار(6-4)-(4-3)-(3-1)

=3+7+7=17

$$ES_j = Max_i[ES_i + D_{ij}] \quad \Rightarrow ES_i = 0$$

2- ES

$$ES_2 = ES_1 + D_{12} = 0+1 = 1 \;\&\; ES_3 = ES_1 + D_{13} = 00+3 = 3$$

$$ES_4 = Max[ES_{24}، ES_3 + D_{34}] = Max[1+4، 3+7]$$

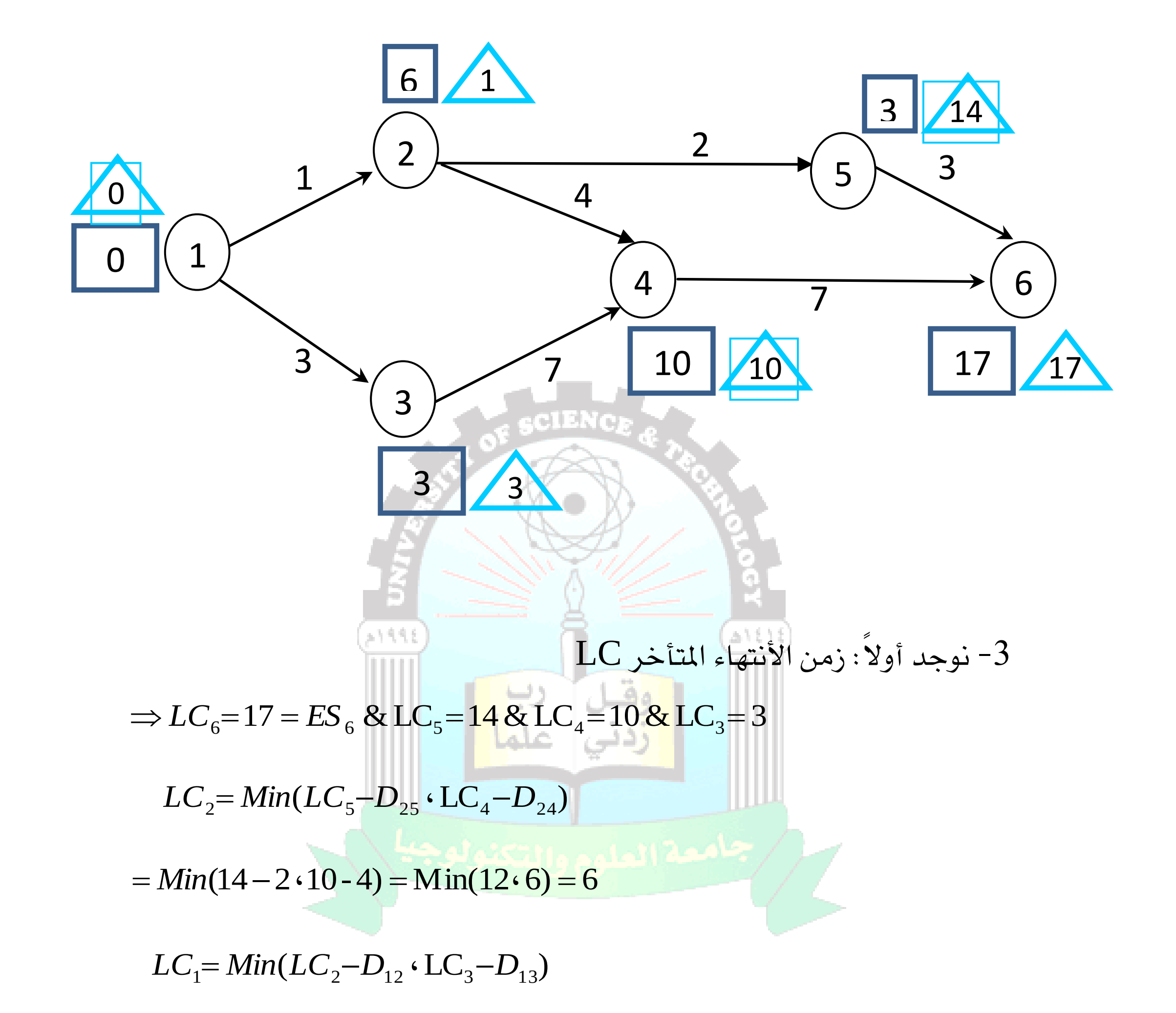
$$= Max(5، 10) = 10$$

$$ES_5 = ES_2 + D_{25} = 1+2 = 3 \;\&\; ES_6 = Max[ES_5 + D_{56}، ES_4 + D_{46}]$$

$$= Max[6، 17] = 17$$

$$\Rightarrow ES_1 = 0, ES_2 = 1, ES_3 = 3، ES_4 = 10, ES_5 = 3، ES_6 = 17$$

وكما قلنا سابقاً توضع هذه الأزمنة بعد حسابها في مربعات أو مستطيلات حول كل حدث وتظهر في الشبكة كما يلي:



3- نوجد أولاً: زمن الأنتهاء المتأخر LC

$$\Rightarrow LC_6 = 17 = ES_6 \ \& \ LC_5 = 14 \ \& \ LC_4 = 10 \ \& \ LC_3 = 3$$

$$LC_2 = Min(LC_5 - D_{25} \text{،} LC_4 - D_{24})$$

$$= Min(14 - 2 \text{،} 10 - 4) = Min(12 \text{،} 6) = 6$$

$$LC_1 = Min(LC_2 - D_{12} \text{،} LC_3 - D_{13})$$

$$= Min(6 - 1 \text{،} 3 - 3) = Min(5 \text{،} 0) = 0$$

$$\Rightarrow LC_6 = 17 \text{،} LC_5 = 14 \text{،} LC_4 = 10 \text{،} LC_3 = 3 \text{،} LC_2 = 6 \text{،} LC_1 = 0$$

وكما ذكرنا سابقاً توضح هذة الأزمنة في شكل مثلث في أحد جوانبها كل حدث وتظهر في الشبكة كما في الشكل السابق.

- **الشبكة السابقة يوضع عليها ثلاث أزمنه هي:**

1- زمن إنجاز كل نشاط.

2- زمن البدء المبكر.

3- زمن الإنتهاء المتاخر.

تابع في هذا المثال إيجاد زمن البدء المتأخر LS

حيث:

$$LS_{ij} = LC_i - D_{ij}$$

$$LS_{12} = LC_2 - D_{12} = 6 - 1 = 5 \;\&\; LS_{13} = LC_3 - D_{13} = 3 - 3 = 0$$

$$LS_{24} = 6 \quad LS_{34} = 3 \;\&\; LS_{25} = 12 \;\&\; LS_{46} = 10 \;\&\; LS_{56} = 14$$

- زمن الإنتهاء المبكر EC

$$\Rightarrow EC_{ij} = ES_i + D_{ij}$$

$$\Rightarrow EC_{12} = 0 + 1 = 1 \;\&\; EC_{13} = 0 + 3 = 3 \;\&\; EC_{24} = 1 + 4 = 5 \;\&$$
$$EC_{34} = 3 + 7 = 10 \;\&\; EC_{25} = 1 + 2 = 3 \;\&\; EC_{46} = 10 + 7 = 17 \;\&\; EC_{56} = 6$$

- **الوقت الفائض الكلي(TF)، الوقت الفائض الحر(FF) يتم إيجادهما من العلاقتين التاليتين:**

$$TF_{ij} = LC_1 - ES_1 - D_{ij} \;\&\; FF_{ij} = ES_i - D_{ij}$$

ونتائجهما كما هو ظاهرة في الجدول الزمني التالي:

ES_i	ES_i	EC_{ij}	LC_i	LS_{ij}	TF_{ij}	FF_{ij}
0	0	1	6	5	6-0-1=5	0
0	0	3	3	0	3-0-3=0	0
1	1	5	10	6	10-1-4=5	5
1	1	3	14	12	11	0
3	3	10	10	3	0	0
10	10	17	17	10	0	0
3	3	6	17	14	11	11

نلاحظ من الجدول أن الأنشطة(3-1)، (4-3)، (6-4) تقع على المسار الحرج وذلك بسبب أن الوقت الفائض الأجمالي والقت الفائض الحر لتلك الأنشطة تساوي صفر، الأمر الذي جعلها حرجة وباقي الأنشطة غير حرجة.

طريقة تعليم ومراجعة المشروعات بيروت (PERT)

أ- الوقت المتفائل :هو الوقت الذي يجب أن ينفذ فية النشاط تحت ظروف جيدة (o)

ب- الوقت المتشائم :هو الوقت الذي يجب أن ينفذ فية النشاط تحت ظروف سيئة(p)

ج- الوقت الشائع أو الأكثر حدوثاً :هو الوقت الذي يجب أن ينفذ فية النشاط تحت ظروف معتادة أو طبيعية (m) فإذا علمت كل من o,p,m فإن متوسط مدة النشاط يتم تحديدة بإستخدام المعادلة.

$$\text{الوقت المتوقع لكل نشاط} = \frac{\text{الوقت المتفائل} + 4\,(\text{الوقت الأكثر احتمالاً}) + \text{الوقت المتشائم}}{6}$$

$$\text{متوسط مدة أو وقت النشاط} = \frac{M4+p+o}{6}$$

افترض أن الفرق بين p,o يحتوي على 48٪ من مجموع الإحتمالات ويعبر عن ذلك إحصائياً في قياس هذا الفرق بالانحراف المعياري.

$$\text{حيث أن الإنحراف المعياري} = \frac{p-o}{6}$$

- أوقات النشاط في هذا الأسلوب أو الطريقة هو متغير عشوائي ولكل نشاط ثلاثة أنواع من الأوقات هي:

1 - والوقت المتفائل (o)

2 - والوقت المتشائم (p)

3 - والوقت المناسب (m)

مثال:

إذا كان الوتب المتفائل للنشاط هو أسبوعين وكان الوقت المتشائم له هو عشرة أسابيع وكان الوقت الأكثر إحتمالاً أو المعتاد لهذا النشاط (الأكثر حدوثاً) هو خمسة أسابيع.

ما هو الوقت المتوقع لهذا النشاط (متوسط النشاط)؟

الحل:

$$\text{المتوسط} = \frac{M4+p+o}{6} = \frac{5*4+10+}{6} = \frac{32}{6} = 5.3\text{أسبوع}$$

$$\text{ويكون الإنحراف المعياري} = \frac{O-p}{6} = \frac{2-10}{6} = \frac{8}{6} = 1.3\text{أسبوع}$$

مثال:

توافر لديك البيانات الآتية من إحدى المراحل الخاصة ببناء مصنع جديد:

المرحلة	المرحلة السابقة	الأزمنة المتوقعة بالشهور		
		الزمن المتفائل	الزمن المتشائم	الزمن الأكثر احتمالاً
أ	-	3	7	2
ب	أ	2	8	5
ج	أ	4	10	7
د	ب ، ج	4	8	6
هـ	ب	5	7	3
و	د ، هـ	1	11	9

المطلوب:

أ. رسم شبكة بيرت وحساب زمن المسار الحرج وتحديد المراحل الواقعة عليه.

ب. يفرض أن الإدارة تتوقع الانتهاء من بناء المصنع في زمن قدره 25 شهراً، ما هو الاحتمال الخاص بالمشروع في هذا الزمن؟

ج. يفرض أن الإدارة تتوقع الانتهاء من بناء المصنع في زمن قدره 26 شهراً ماهو الانتهاء من بناء المصنع في هذا الزمن؟

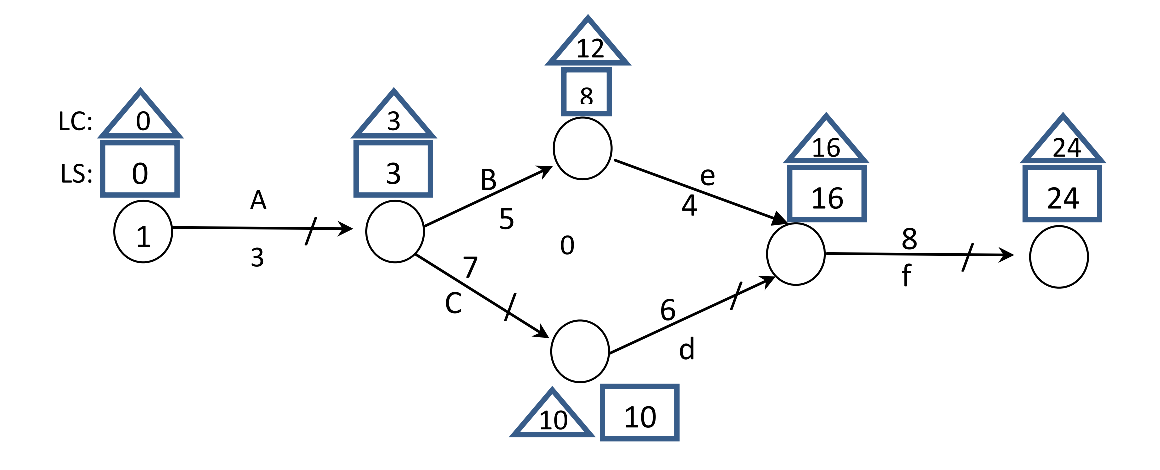
$$\frac{p-o}{6}$$

الحل:

النشاط	النشاط السابق	الوقت المتفائل	الوقت الأكثر إحتمالا	الوقت الأكثر إحتمالاً		
*A	--------	3	7	2	$\frac{18}{6}=3$	$\frac{4}{6}=\frac{2}{3}$
B	A	2	8	5	$\frac{30}{6}=5$	$\frac{6}{6}=1$
*C	A	4	10	7	$\frac{42}{6}=7$	$\frac{6}{6}=1$
*d	B,C	4	8	6	$\frac{36}{6}=6$	
E	B	5	7	3	$\frac{24}{6}=4$	$\frac{4}{6}=\frac{2}{3}$
*f	D,e	1	11	9	$\frac{48}{6}=8$	

* تعني أنشطة المسار الحرج.

- من الجدول السابق نستخدم الوقت المتوسط للأنشطة بالعمود(6) في الجدول تحدد الأزمنه ES,LS لكل نشاط ونحدد المسار الحرج بالإشارة(//) وهذا كله موضح رسم الشبكة التالية:



- المسار الحرج موضح على الرسم بالإشارة «//»

- متوسط أوقات المسار الحرج هو 24 لإن هذه الأوقات هي متغير عشوائي أيضاً وهي متوسط المدة المتوقعة لإنهاء المشروع ككل.

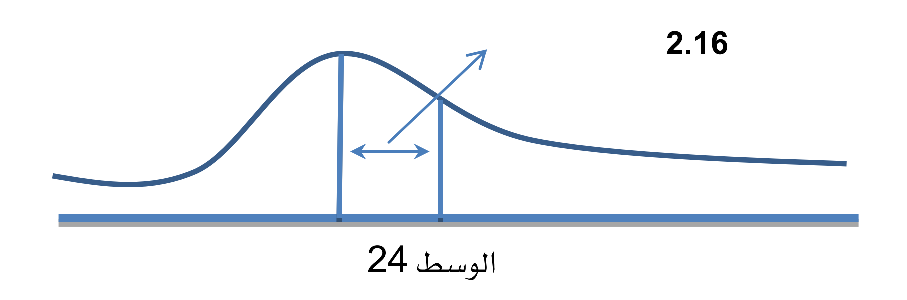
- ويكون الإنحراف المعياري لهذه المدة المتعوقعة لإنهاء المشروع هو:

$$\sqrt{\text{مجموع مربعات إنحرافات الأنشطة الواقعة على المسار الحرج}}$$

$$= \sqrt{(\text{الإنحراف A})^2 \; (\text{الإنحراف C})^2 \; (\text{الإنحراف d})^2 \; (\text{الإنحراف f})^2}$$

$$= \sqrt{(\frac{2}{3})^2 + (1)^2 + (\frac{2}{3})^2 + (\frac{5}{3})^2} \quad = \sqrt{\frac{33}{9}} \quad = \sqrt{\frac{42}{9}} = 2.16$$

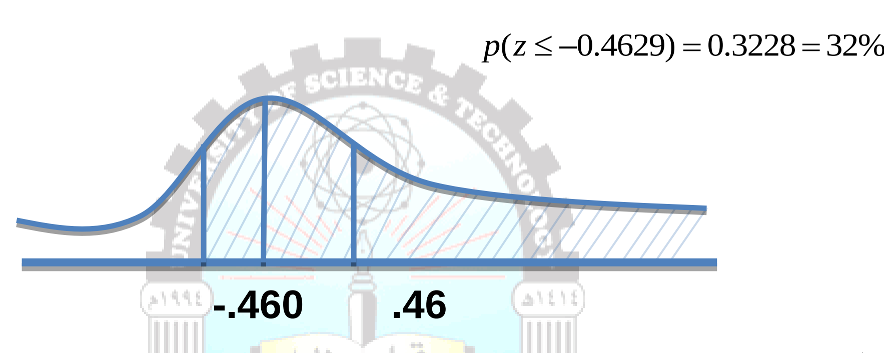
- وعليه يكون التوزيع الطبيعي لوقت المسار الحرج يأخذ الشكل التالي:



مدة تنفيذ المشروع

إحتمال إنهاء وبقاء المصنع في زمن قدرة 25 شهر هو $\frac{24-25}{2.16} = -0.4629$

$p(z \leq -0.4629) = 0.3228 = 32\%$



إذاً إحتمال إنهاء بناء المصنع في زمن قدرة 26 شهر

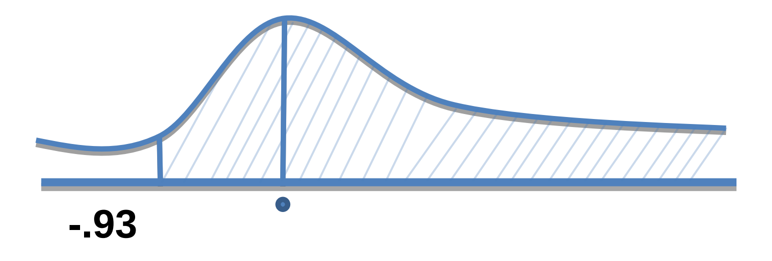
من الشكل السابق نرى أنه يتطلب منا الأمر إيجاد عدد الإنحرافات المعيارية للعدد 26 شهر عن يمين المتوسط كما يلي:

بالكشف في الجدول نجد أن 2.16 $\Rightarrow \frac{24-26}{2.16} = -.9259$

$p(z \leq -.9259) = 0.0154$

أي باحتمال(2٪)

حيث Z الدرجة المعيارية





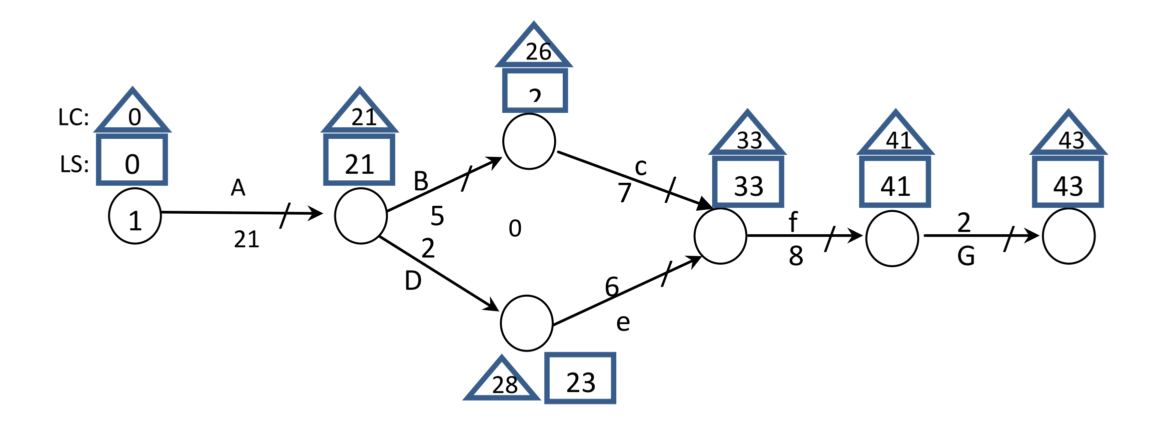
إذا كانت البيانات الموجودة في الجدول الآتي: تمثل الأنشطة المحتملة لإنجاز مشروع إنشاء صالة رياضية والمدة بالأسابيع:

الأنشطة	السابقة	متفائل	أكثر احتمالاً	التشاؤم	$\frac{M4+p+o}{6}$	$\frac{p-o}{6}$
*A	-------	10	22	28	$\frac{126}{6}=21$	$\frac{18}{6}=3$
*B	A	4	4	10	$\frac{30}{6}=5$	$\frac{6}{6}=1$
*C	B	4	6	14	$\frac{42}{6}=7$	$\frac{10}{6}=1.7$
D	A	1	2	3	$\frac{12}{6}=2$	$\frac{2}{6}=.3$
E	D	1	5	9	$\frac{30}{6}=5$	$\frac{8}{6}=1.3$
*F	C,d	7	8	9	$\frac{48}{6}=8$	$\frac{1}{6}=.17$
*G	F	2	2	2		

$\frac{12}{6}=2$ $\qquad$ $\frac{0}{6}=0$

* تشير في الجدول إلى أنشطة المسار الحرج

- باستخدام الوقت المتوسط للأنشطة في العمود (6) في الجدول السابق نحدد الأزمنة ES,LC لكل نشاط ونحدد المسار الحرج بالإشارة «//» هذا كلة موضح على الشبكة التالية:

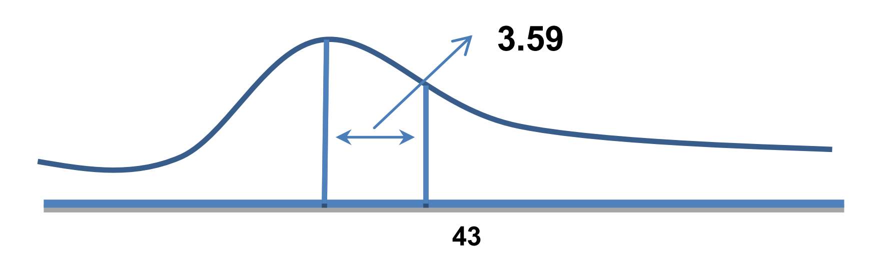


- المسار الحرج موضح بالإشارة «//»
- متوسط أوقات المسار الحرج هو: 43 وهو متوسط المدة المتوقع لإنهاء المشروع ككل.
- الإنحراف المعياري لهذة المدة هو:

$$= \sqrt{(\text{الانحراف } B)^2 + (\text{الانحراف } C)^2 + (\text{الانحراف } f)^2 + (\text{الانحراف } f)^2}$$

$$= \sqrt{3^2 + 1^2 + (1.7)^2 + (.17)^2 + (0)^2} = \sqrt{12.9189}$$

ويكون التوزيع الطبيعي لوقت المسار الحرج هو الشكل التالي:

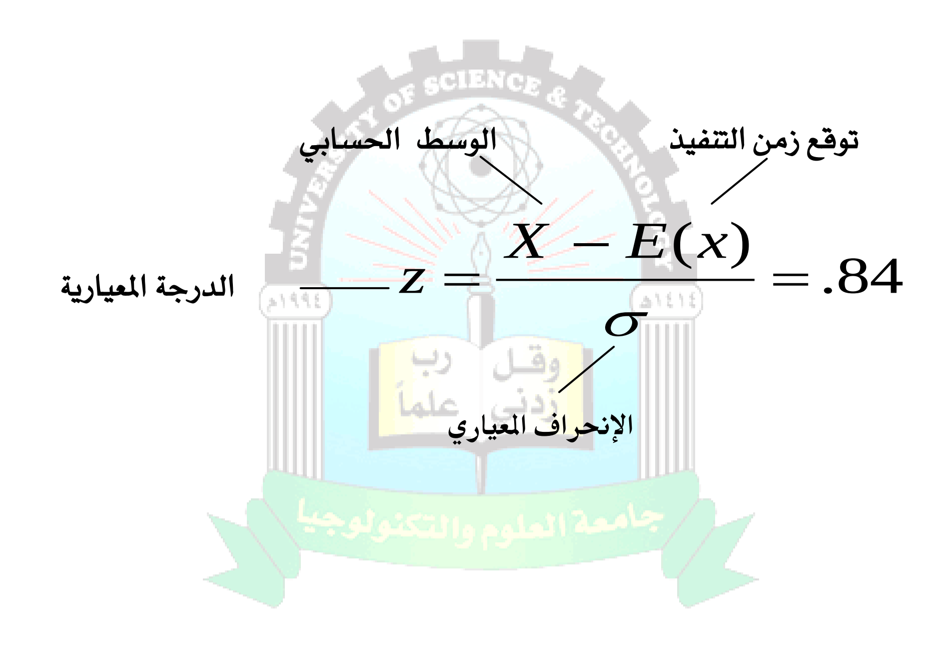


- إحتمال نتفيذ المشروع خلال (40) أسبوع.

- إحتمال نتفيذ المشروع خلال (45) أسبوع.
- إحتمال نتفيذ المشروع بين(45،40) أسبوع.

- من أجل إيجاد الإحتمالات السابقة كما في المثال السابق نوجد قيم z (الدرجة المعيارية) التي تعطى بالعلاقة التالية:

$$\Rightarrow z = \frac{43-40}{3.59} = .84$$



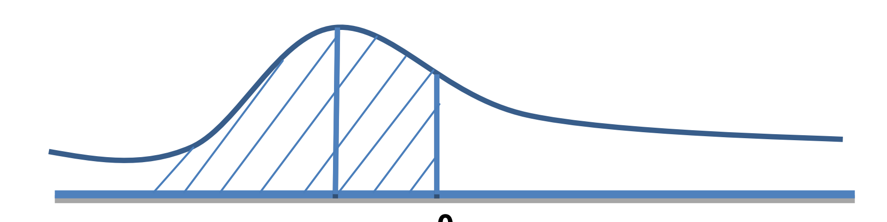
الأنشطة	السابقة	متفائل	أكثر احتمالاً	التشاؤم	$\frac{M4+p+o}{6}$	$\frac{p-o}{6}$
*A	-------	10	22	28	$\frac{126}{6}=21$	$\frac{18}{6}=3$
*B	A	4	4	10	$\frac{30}{6}=5$	$\frac{6}{6}=1$
*C	B	4	6	14	$\frac{42}{6}=7$	$\frac{10}{6}=1.7$
D	A	1	2	3	$\frac{12}{6}=2$	$\frac{2}{6}=.3$
E	D	1	5	9	$\frac{30}{6}=5$	$\frac{8}{6}=1.3$
*F	C,d	7	8	9	$\frac{48}{6}=8$	$\frac{1}{6}=.17$
*G	F	2	2	2		

من الجدول

$$\Rightarrow p(x \leq 40) = p(z \leq .84)$$

نجد أن هذا الإحتمال يساوي 0.7995

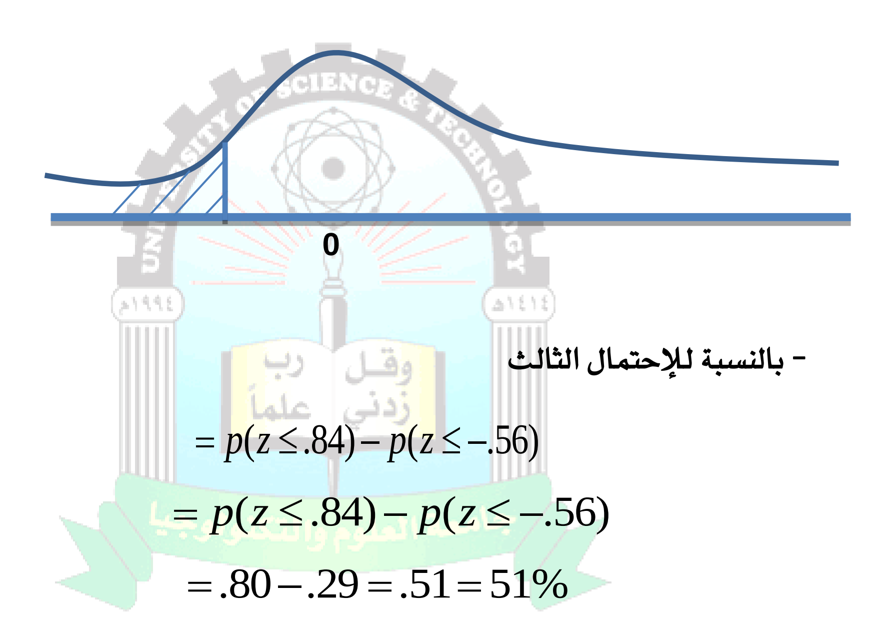
أي تقريباً يساوي 80%



- بالنسبة للإحتمال الثاني

$$z = \frac{43-45}{3.59} = .56$$

$$\Rightarrow p(x \le 45) = p(z \le -56)$$

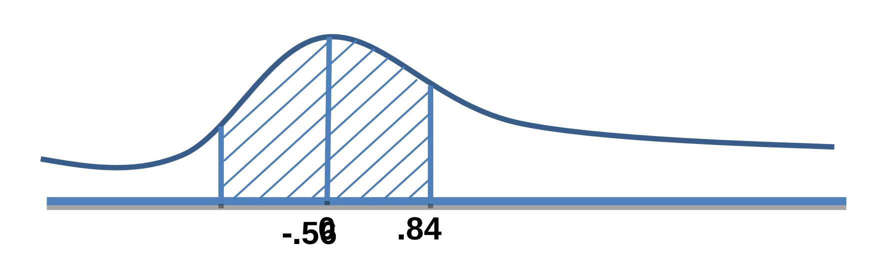


- بالنسبة للإحتمال الثالث

$$= p(z \le .84) - p(z \le -.56)$$

$$= p(z \le .84) - p(z \le -.56)$$

$$= .80 - .29 = .51 = 51\%$$



- ملاحظة: بالنسبة لباقي الأزمنة يمكن للطالب إيجادها كما عملنا سابقاً.

2. طريقة المسار الحرج Critical Path:

عزيزي الدارس،

هناك وظائف أساسية للإدارة هي: التخطيط والتنظيم والتوجيه والرقابة، ويجب أن تتلاءم هذه الوظائف مع طبيعة العمليات وتتناسب مع مجال التطبيق حسب ظروف المنشآت التي تؤدى فيها هذه الأعمال والمشاريع، ففي المشاريع التي تحتاج إلى التنسيق مع جهات متعارضة أو مختلفة أو غير موجودة في مكان واحد يصعب التنسيق فيها، لذا نحتاج إلى وسيلة إضافية تظهر شكل إنجاز العمل على وفق مراحل متعددة، منها طريقة نظرية شبكات الأعمال والمسار الحرج كما هو الآن في مشاريع المقاولات، والمشاريع المتشابكة، وتحتاج إلى خطة عمل ، **فطريقة المسار الحرج هي طريقة يستفاد منها في التخطيط والرقابة على تنفيذ المشروعات التي يتوافر عنها معلومات غير مستوى التكاليف ومدة العمليات المراد إنجازها،** حيث يسعى الإداريون إلى أدائها في أقصر وقت وبأقل تكلفة مالية ممكنة، وتخفيض عنصر أدائها.

وقد استخدم أسلوب مخطط جانت (Gant Chart) كأسلوب رقابي وتخطيطي على إنتاج وتنفيذ المشروعات، ويستخدم في وصف وتحديد العمل المراد إنجازه، ويعمل على توضيح العلاقة التي ترتبط بين مراحل إنجاز العمل، حيث المخطط لا يوضح العلاقة بين العمليات والأنشطة المتضمنة في مراحل العمل بشكل متتالٍ أو متواز، ولا تظهر نوع وحجم الأنشطة التي تحتاج إلى متابعة أو إشراف وإلى إعادة وتوزيع الموارد.

أهم أساسيات طريقة المسار الحرج

أولا: الحدث: (Event)

هو إنجاز معين يحدث في نقطة معينة من الوقت، ولا يحتاج إلى الوقت أو موارد بحد ذاته، ويمثل دائرة.

ثانيا- النشاط: (Activity)

هو جزء معروف من المشروع، ويمثل مستوى عمل، ويحتاج إلى وقت وموارد لأدائه، ويمثل سهماً.

فكل حدثين يربطان بنشاط، كل حدث يمثل نقطة معينة من الوقت، والحدث لا يمثل وقتاً وإنما يؤثر في بداية ونهاية الوقت المطلوب لإنجاز النشاط، فكل حدثين يوجدان نشاطاً فقط.

أسئلة التقويم الذاتي:

ارسم مخطط أسهم للمشروع المكون من الأنشطة الآتية:

النشاط	النشاط السابق
أ	أ
ب	أ
د	أ
هـ	ب
ز	د
ج	هـ ، ز

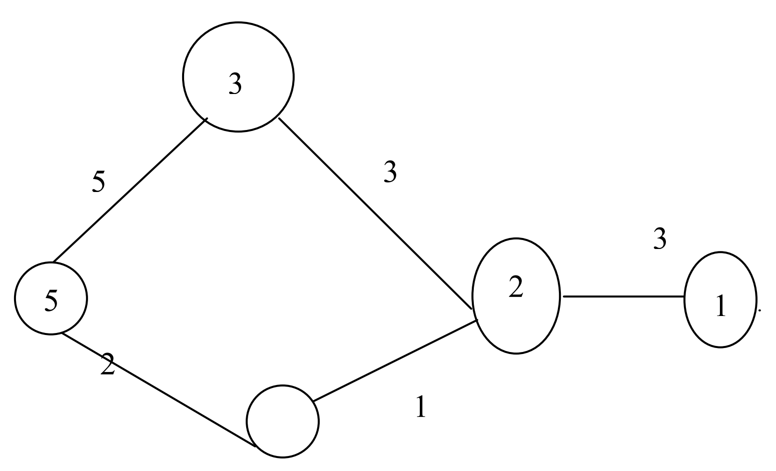


مثال:

يوجد مشروع مكون من خمسة أحداث وخمسة أنشطة كالآتي:

مسلسل	الأنشطة	مدة الأنشطة بالشهور
1	2-1	3
2	3-2	3
3	4-2	1
4	5-3	5
5	5-4	4

والمطلوب رسم هذا المشروع بطريقة المسار الحرج:



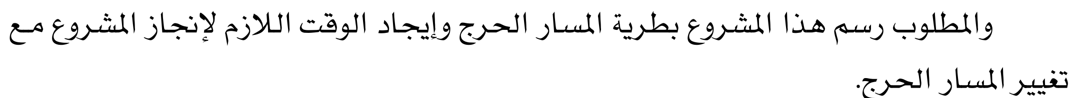
من هذا الرسم يمكن استنتاج أن الحدث رقم (2) هو نهاية نشاط وبداية نشاطين، والحدث رقم (5) هو نهاية نشاطين، والوقت الضروري لإنجاز المشروع كله هو الوقت المحسوب في أطول مسار من البداية إلى النهاية وهو:

3 + 3 + 5=11 وحدة زمنية، ويمثل هذا المسار أطول مسار، لذا يسمى المسار الحرج لإنجاز المشروع، ويلاحظ أنه لا يمكن أن نبدأ في نشاط دون الانتهاء من النشاط الذي يسبقه.



مثال: هاك بعض تفاصيل الأحداث والأنشطة لمشروع ما مدرجة حسب الجدول الآتي:

الأنشطة	الأنشطة (وحدات زمن)	حدث البداية	حدث النهاية
2-1	2	1	2
3-1	1	1	3
5-2	3	2	5
6-2	5	2	6
5-3	4	3	5
6-5	1	5	6
4-3	3	3	4
7-4	2	4	7
8-5	7	5	8
8-6	6	6	8
8-7	1	7	8



والمطلوب رسم هذا المشروع بطرية المسار الحرج وإيجاد الوقت اللازم لإنجاز المشروع مع تغيير المسار الحرج.

ومن الرسم التخطيطي ترى أهم المسارات وهي:

					المدة بالأيام
1-	2	- 6	- 8	=	13
1-	2	- 5	- 8-6	=	12
1-	2	- 5-	8	=	12
1-	3	- 5-	8-6	=	12
1-	3	- 8-5		=	12
1-	3	- 4	- 8-7	=	07

إذن أطول مسار هو 1-2-6-8=13 يوماً



تدريب (1)

من خلال دراستك لكل من أسلوب المسار الحرج CPM وأسلوب تقييم ومتابعة المشروعات PERT

المطلوب: ناقش خلافات وحدود استخدام هذه الأساليب.

?

أسئلة التقويم الذاتي:

1. فرِّق بين كل من المشروع، والشبكة، والنشاط ، والحدث.
2. ارسم شبكة الأعمال التي تمثل الأنشطة الآتية:
   - الأنشطة ج ، د تتبع أ
   - الأنشطة و تتبع د
   - الأنشطة هـ ، ف يسبقان النشاط ب
3. ارسم شبكة الأعمال التي تمثل الأنشطة التالية الخاصة بعمل صيانة لازمة لأحد الموتورات في مصنع:
   - فك الموتور.
   - تنظيف وتلميع الهيكل الخارجي.
   - فك الجزء الدوار الداخلي.
   - وضع رولمان بلي بدلاً من الرولمان البلي المكسور.
   - إعادة تجميع وتركيب الموتور.

ثالثا: الأنشطة عديمة الزمن: Use Less Time Activities

قد يبدو أن الأنشطة لا تمثل الزمن ولكن هذا ليس صحيحاً.



مثال:

هناك مشروع لبناء مسجد تظهر خطوات إنجازه حسب الخطوات الآتية:

أ- تنظيف وتحضير أرض الموقع.

ب- تخطيط خريطة الموقع للمسجد على الطبيعة.

ج- بناء الجدران الخارجية إلى مستوى السقف.

د- إنشاء الأعمدة الداخلية إلى مستوى السقف.

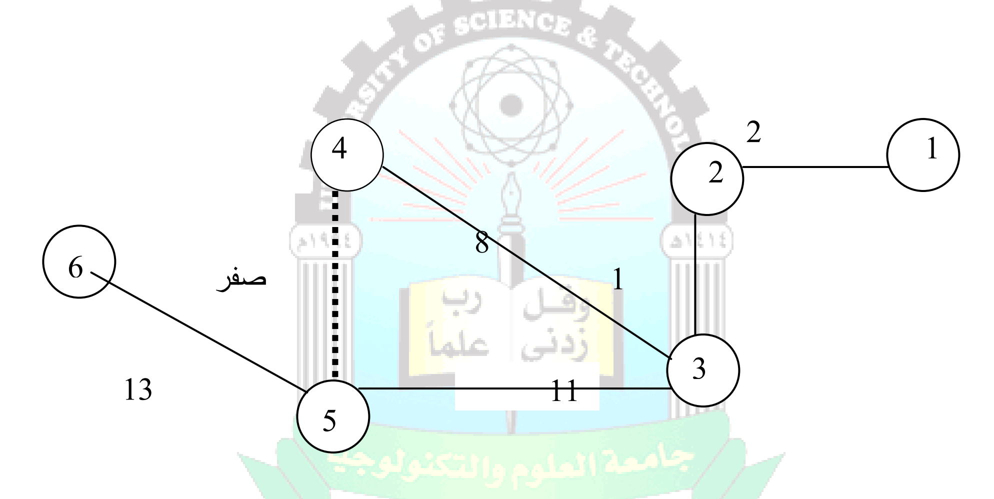
هـ- بناء السقف.



وتظهر الأنشطة كما يأتي:

الأنشطة	وصف النشاط	مدة النشاط بالأيام
2-1	تحضير الموقع	2
3-2	تخطيط الخريطة	1
3-4	إنشاء الأعمدة الداخلية	8
5-3	بناء الجدران الخارجية	11
6-5	بناء السقف	13

ويمكن رسمه على النحو الآتي:



يلاحظ أنه لا يمكن بناء السقف قبل أن يتم بناء الحيطان الخارجية، ولا يمكن بناء الحيطان الخارجية قبل الانتهاء من الأعمدة الداخلية، لذا لا يمكن إنهاء النشاط (5-6) إلا بعد الانتهاء التسلسلي للبناء، لذا لا بد من ربط الحدث رقم (4) بالحدث رقم (5)، ويلاحظ أن النشاط (4-5) لا يأخذ وقتاً أبداً، لذا يعتمد على انتهاء الأنشطة التي تسبق ذلك، لذا يظهر مفهوم النشاط عديم الزمن وأهمية وجودها في المخططات الشبكية.

أسئلة التقويم الذاتي:

?

فيما يأتي الأنشطة الخاصة بأحد المشروعات والزمن الخاص بكل نشاط كما يوضح ذلك الجدول الآتي:

النشاط	النشاط السابق	الساعة
أ	-	6
ب	-	5
ج	ب	2
د	ج	2
هـ	أ ، د	2
و	د	1
ز	أ ، د	6
ح	هـ	5
ط	ز ، ح	6
ي	ط	6
ك	ز	5
ل	ي ، ك	6
م	ل	2

ملاحظة: الساعات زائدة عن الأنشطة

المطلوب:

1. رسم شبكة الأعمال.
2. حدود الأزمنة المختلفة على الشبكة.
3. حدود المسار الحرج بطريقة الوقت الفائض.
4. حدود الفائض الحر للأنشطة التي يظهر لها وقت فائض.

رابعاً: التاريخ المتوقع المبكر: (Earliest Expected Date)

يرمز لهذا التاريخ المتوقع المبكر (T.E)، ويطلق عليه (Time Expected)، ويتعلق بالوقت المطلوب لإنجاز عمل معين، ويمكن توضيحه بالشكل السابق كما في المخطط في أعلاه، وهو مشروع محدد يتألف من مسارين هما:

مسار 1-2-4 =4 أسابيع

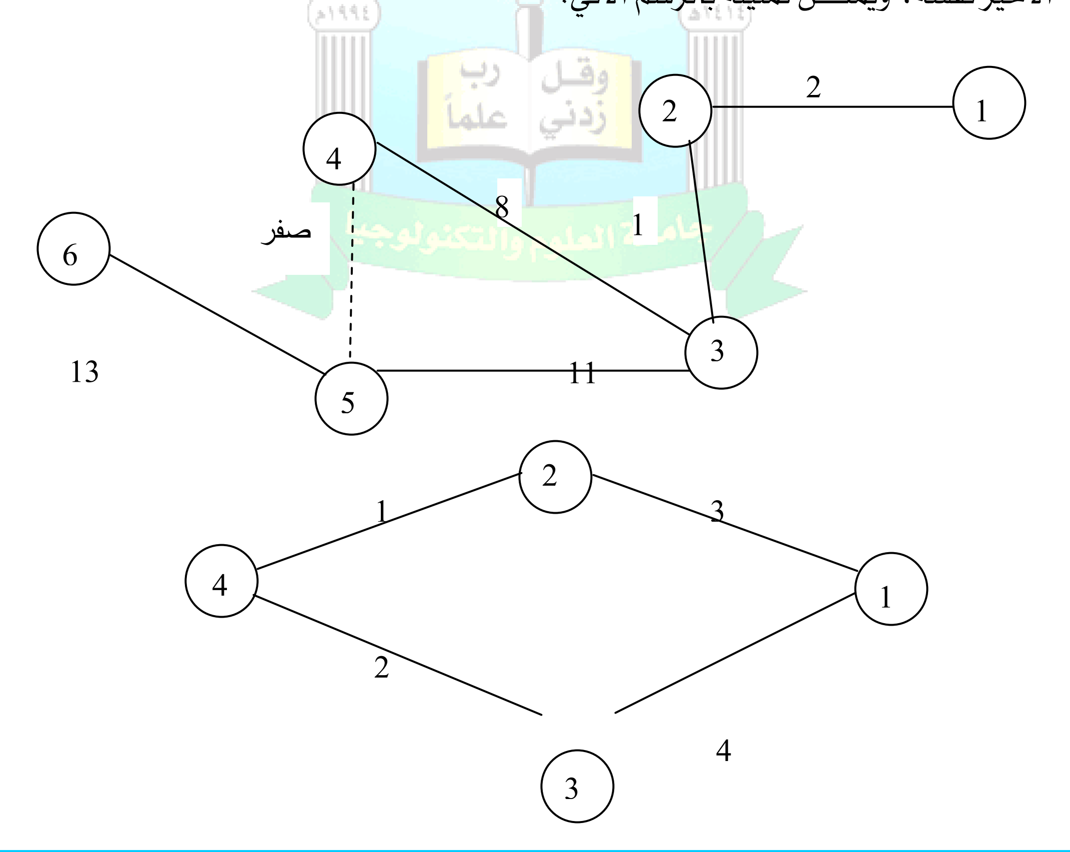
ومسار 1-3-4 = 6 أسابيع

فالوقت اللازم لإنجاز المسار = 1-2-4-= (3+1) أسبوع

والوقت اللازم لإنجاز المسار = 1-3-4= 4+2= 6 أسابيع

فالوقت المبكر لإنجاز هذه المهمة (6) أسابيع بالرغم من أنها تنجز بطريقة (4) أسابيع ولكن عند الانتهاء من ذلك المسار يكون المسار الثالث من (3-4) لم ينته بعد، لذا وجب التنويه لذلك.

والوقت المتوقع المبكر يتم احتساب أطول مسار من حدث بداية المشروع إلى الحدث المقصود، وهذا الأخير يمكن أن يكون الحدث النهائي أو أي حدث آخر لم ينته مع الحدث الأخير نفسه، ويمكن تمثيله بالرسم الآتي:



أسئلة التقويم الذاتي:

ما المقصود بكل من:

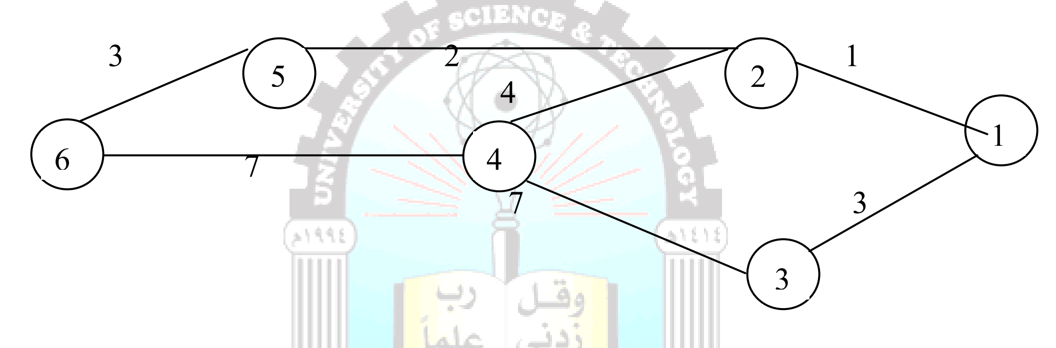
أ- الوقت المبكر للابتداء.

ب- الوقت المتأخر للنشاط.

ج- المسار الحرج.

مثال:

المخطط الآتي يمثل مشروعاً معيناً ومدة الأنشطة بالأسابيع كما يأتي:



والمطلوب إيجاد التاريخ المتوقع المبكر لإنجاز المشروع وكذلك التاريخ المبكر لكل حدث في الشبكة في أعلاه.

الحل:

تدرج المسارات الموجودة والمدة التي يستغرقها كل مسار :

المسار1-2-5-6=6 أسابيع

المسار 1-2-4-6= 12 أسبوعاً

المسار 1-3-4-6= 17 إسبوعاً

يعد التاريخ المتوقع المبكر لإنجاز الحدث النهائي رقم (6) بعد (17) أسبوعاً، أي: بعد مسار أطول من حدث بداية المشروع إلى الحدث رقم (6) أي: بعبارة أخرى هو المسار الحرج.

ولحساب مدة انتهاء المشروع فالحدث رقم (2) = 1 أسبوع وحدث رقم (5) = 1+2= 3 أسابيع.

حدث رقم (3) = 4 أسابيع

حدث رقم (4) = 4=7 = 11 أسبوعاً

ملاحظة مهمة:

للوصول إلى العدد رقم (4) هناك مساران هما: 1-2-4- و 1-3-4 والذي مدته (11) أسبوعاً.

أسئلة التقويم الذاتي:

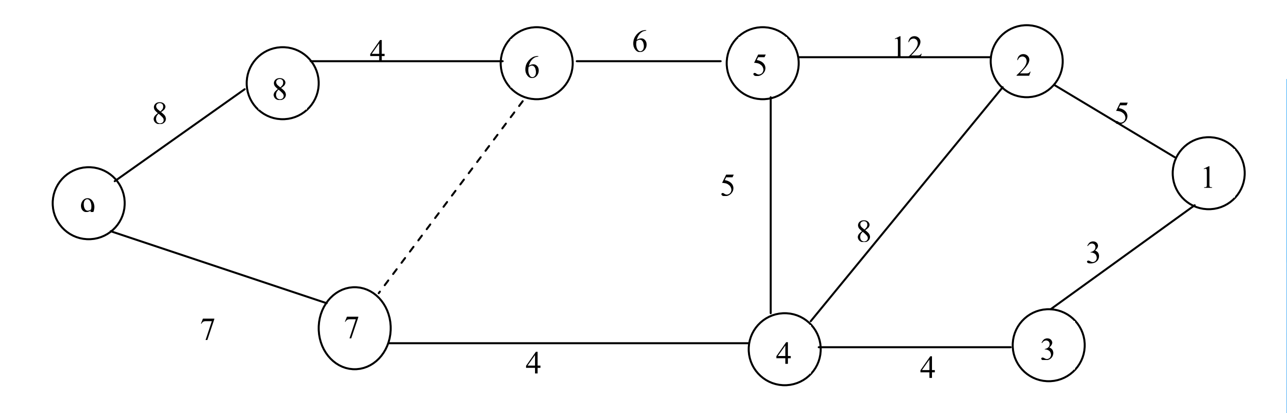
؟

1. فرق بين أسلوب بيرت وأسلوب المسار الحرج.
2. ما التقديرات الثلاثة التي يحتاج إليها أسلوب بيرت عند تقدير الوقت اللازم لأي نشاط؟
3. كيف تحسب الوقت المتوقع للنشاط؟

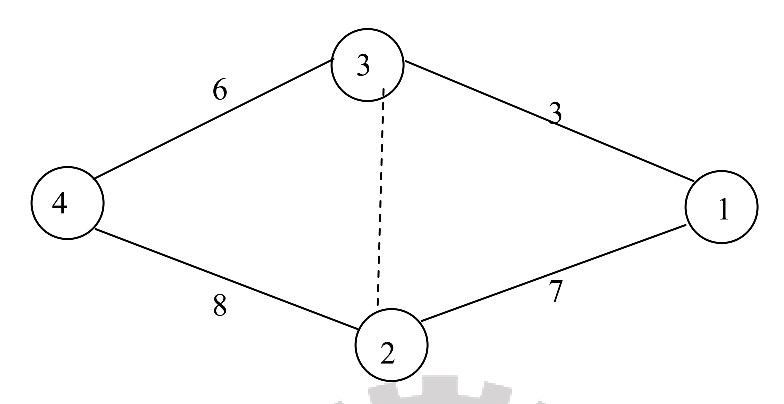


تمرين للمراجعة والحل:

يوجد مخطط لتنفيذ أحد المشروعات ومرسوم بطريقة المسار الحرج، مدة كل حدث معطاه بالأسبوع، والمطلوب إيجاد التاريخ المتوقع المبكر لكل حدث بما في ذلك حدث نهاية المشروع.



خامسا: تأثير الأنشطة عديمة الزمن في التاريخ المتوقع المبكر: يأخذ المخطط التالي الذي يعكس أنشطة لعمل مشروع معين.



التاريخ المتوقع المبكر للحدث (4) هو أطول مسار هو 7+8= 15.

إذا افترضنا أن المشروع لا يمكن أن ينتهي من النشاط (2-4) قبل الانتهاء فعلاً من الحدث (1-2) فالمخطط يكون التاريخ المتوقع المبكر للحدث (4) هو أطول مسار، أي: لا يزال المسار (1-2-4) هو المسار الأطول = 7+8= 15

وفي حالة تغيير الغرض فان النشاط (3-4) لا يمكن الشروع فيه إلا بعد إكمال النشاط (1-2) فالمخطط.1-2-3-4- = 7+8= 15 أيضاً.

لذا يستنتج أن الأنشطة عديمة الزمن لا تؤثر في التاريخ المتوقع المبكر أحياناً، ويمكن أن تزيد مقدار التاريخ المتوقع المبكر حينما تشكل مساراً جديداً أطول من المسارات الأخرى.

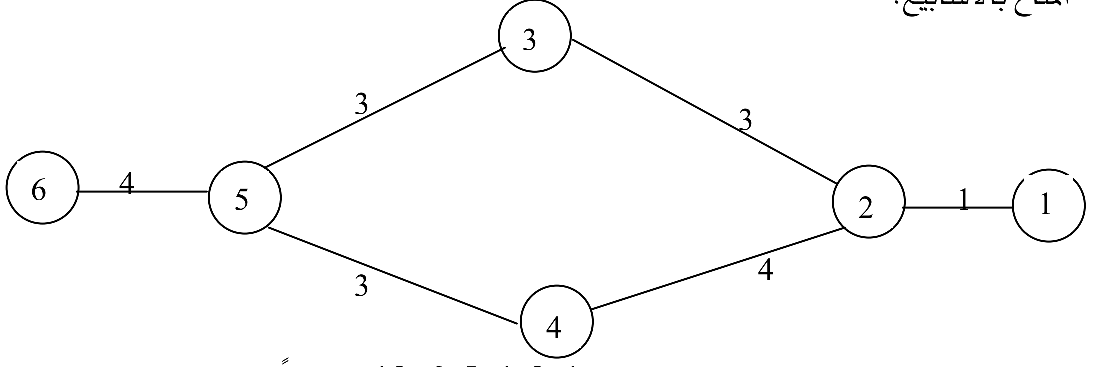
سادسا: هل يوجد أكثر من مسار حرج واحد في كل مخطط:

المسار الحرج هو أطول وقت في المخطط في بداية تنفيذ المشروع حتى نهايته، ويمثل المسار سلسلة أنشطة متعاقبة، مما يحتاج من إدارة التخطيط والرقابة إلى مزيد من الوعي بإدارة أسلوب المسار الحرج، وفي حالة أن يتطابق هذا المسار مع آخر في الخطة نفسها يمثلان مسارين حرجين مما تحتاج الإدارة معه إلى جهد إضافي لتخفيض مدة إنجاز المشروع، ونحتاج إلى توجيه الجهد نحو أنشطة مسارين يحتاجان إلى إدارة ومتابعة مستمرتين.



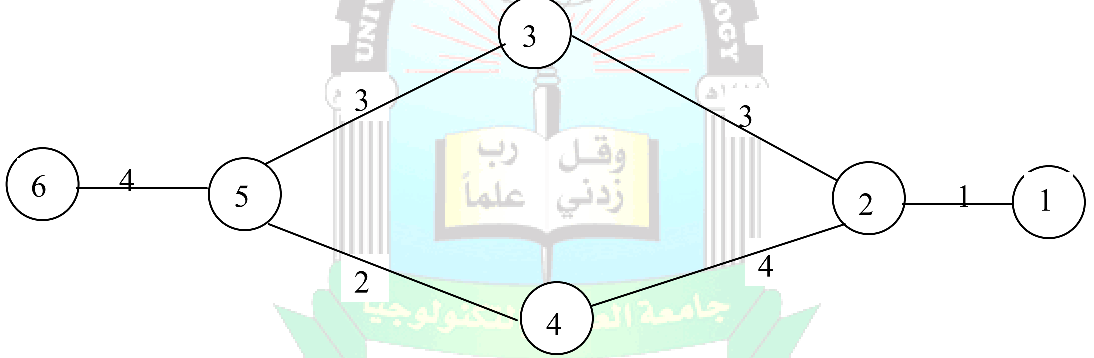
مثال:

المخطط الآتي يمثل مشروع تنفيذ سكن أحد الضباط في المدينة السكنية والوقت المتاح بالأسابيع:



المسار الحرج لهذا المشروع يحتاج إلى 1-2-4-5-6=12 أسبوعاً.

وفي حالة اختزال الوقت في النشاط في أي مسار يمكن أن تحصل على أقل مدة ممكنة تكون في صالح وقت تنفيذ المشروع.



أحسب المسارين في أعلاه:

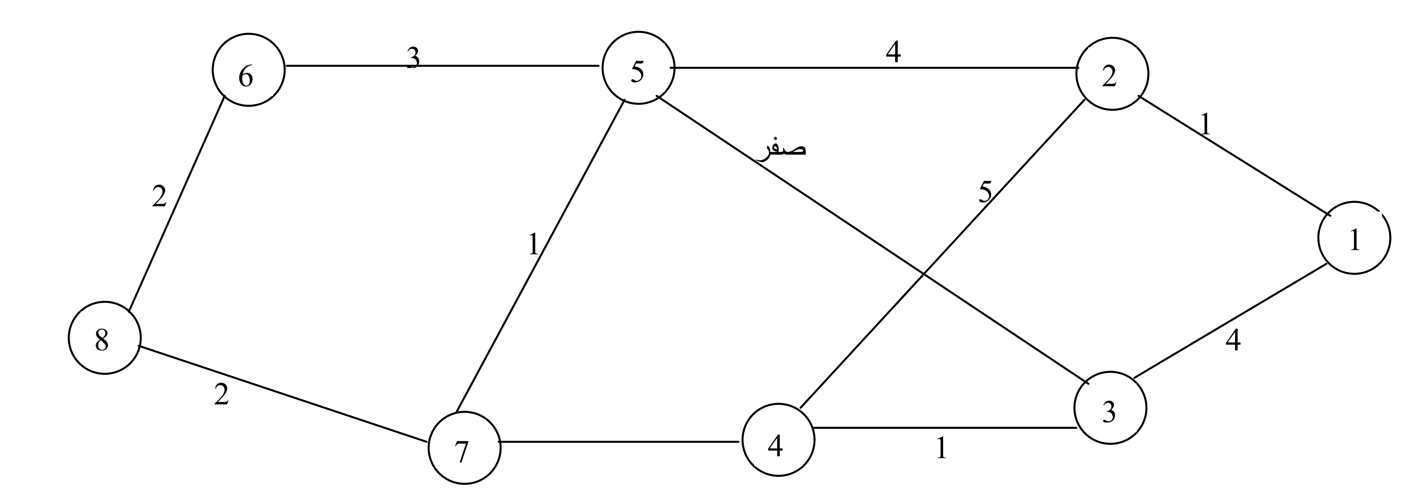
المسار 1-2-3-5-6 = 11 إسبوعاً

المسار 1-2-4-5-6-=11 إسبوعاً



مثال:

احسب المسار الحرج لهذا المشروع في صناعة إحدى البواخر الكبيرة بشركة هونداي العالمية وطول المدة بالأسابيع.



المسارات هي:

10=8-6-5-2-1

8=8-7-4-3-1

9=8-7-4-2-1

9=8-6-5-3-1

7=8-7-5-3-1

8=8-7-5-2-1

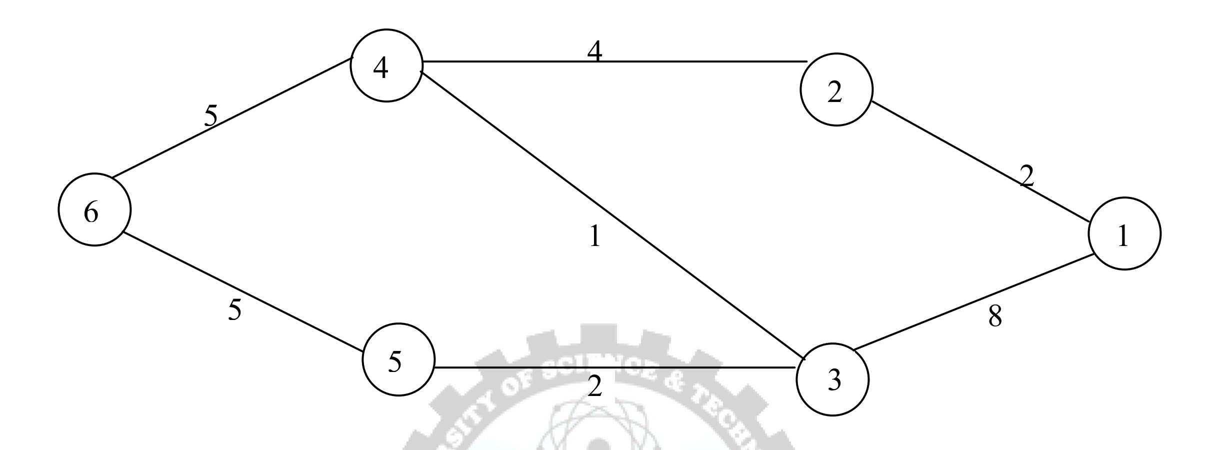
سابعا: آخر تاريخ مسموح به: (T.L) ويقصد به (Last Allowance Date)

يحدد في هذا التاريخ الوقت المسموح به ليتم فيه حدث معين دون التأثير في التاريخ المحدد لإنجاز المشروع بشكل كلي، ويعبر عنه بتاريخ تقويمي لنهاية تنفيذ المشروع بعدد من الأسابيع التي تمر من حدث بداية المشروع حتى الحدث المعين دون تأخير التاريخ المحدد لنهاية المشروع.



تمرين:

المخطط في أدناه يمثل مشروعاً معيناً ومؤشراً عليه مدة كل نشاط وعلى كل حدث التاريخ المتوقع المبكر.

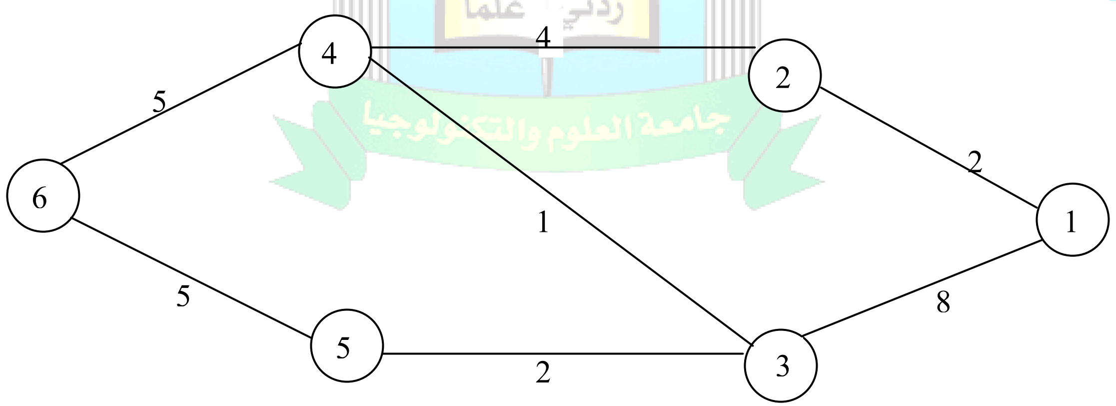


احسب المسارات لحياة المشروع وحدد أي المسارات أكثر حرجاً.



تمرين:

احسب المسارات اللازمة لإنهاء المشروع الآتي، وحدد المسار الحرج.



يمكن تحديد خطوات حساب آخر تاريخ مسمى (T.L) لأي حدث كما يأتي:

أ- يعين المسار الحرج ويحسب التاريخ المتوقع المبكر لحدث النهاية وبقية الأحداث.

ب- بعد اختيار الحدث المطلوب له حساب آخر تاريخ مسموح به، يحسب مداه بالوقت (الأسابيع) عن حدث النهاية على أطول مسار يربطه بحدث النهاية.

ج- يطرح البعد المحسوب في النقطة (2) من مدة الإنجاز لهذا المشروع أي التاريخ المتوقع المبكر لحدث النهاية، ويكون النتاج هو التاريخ المسموح بالمتأخر لذلك الحدث.

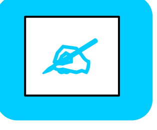
د- الأحداث التي تقع في أو على سير المسار الحرج تملك نفس الرقم للتاريخ المتوقع المبكر والتاريخ المسموح المتأخر.

هـ- يمكن حساب التاريخ المسموح المتأخر لأي حدث بطرح مدة النشاط التي تربطه بالحدث الوحيد الذي يسبقه من التاريخ المسموح المتأخر لهذا الحدث.

ثامنا: المرونة (Slack):

يقصد بالمرونة الوقت الاحتياطي بين الوقت والتاريخ المتوقع والمسار الحرج.

مثال:



احسب المسار الحرج في الرسم الآتي:

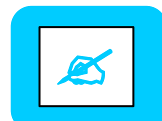
يوجد مساران هما: 1-2-4 = 6 أسابيع

والمسار 1-3-4 = 4 أسابيع

والمرونة يقصد بها آخر تاريخ مسموح به (-) والتاريخ المتوقع المبكر

$$\text{Slack (S)} = \text{Ti} - \text{Te}$$

مثال:



يمثل المخطط مشروعاً يرجى تنفيذه لدى وزارة التعليم العالي ومدة الفعالية معطاة بالأسابيع :

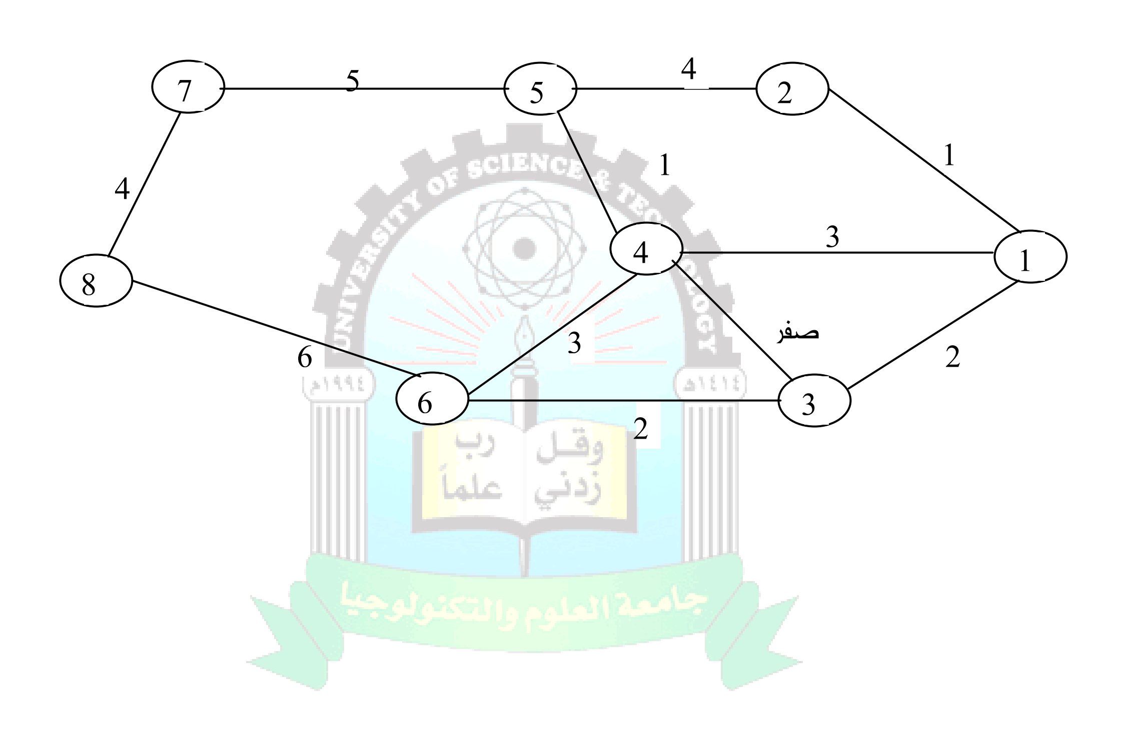
والمطلوب:

أ- إيجاد المسار الحرج والمدة التي يستغرقها.

ب- التاريخ المتوقع المبكر (Te) لكل حدث.

ج- آخر تاريخ مسموح به (Ti) لكل حدث.

د- المرونة أو الوقت الاحتياطي لكل حدث.



3. طريقة تقييم ومراجعة المشروعات بيرت (P.E.R.T)

وتعني (Program Evaluation & review Techniques) وتختصر (Pert)
استخدم هذه النموذج في عام 1956م كبرنامج تطوير غواصات بولارس الذي يديره مكتب المشروعات الخاصة بالبحرية الأمريكية، وقد أخفقت كل الطرق لإدارة هذا المشروع في تقديم المعلومات الضرورية عن سير العمل من ناحية الرقابة، واتخاذ القرارات، وفي ديسمبر 1957م استخدم فريق البحث نظاماً رقابياً لتقييم التقدم في مشروع بولارس أطلق عليه أسلوب بيرت والذي يرمز به إلى (Program Evaluation & Review Techniques) ويقتصر على تقنية (Task)، وبدأ العمل به في أكتوبر 1958م.

استخدم أسلوب بيرت في مشروع بولارس، وأدى إلى توفير عامين من المدة التي كانت مقررة لإنهاء المشروع.

وتتشابه فكرة أسلوب بيرت مع المسار الحرج في رسم الشبكة، ونسبة لعدم التأكد الذي يصاحب المشروعات فإنه يمكن تقدير الوقت اللازم لإتمام أي نشاط يمكن عمله بوساطة التوزيع الاحتمالي الذي يعتمد على توزيع بيتا الاحتمالي، حيث يتم تقدير مدة الإنجاز بثلاثة تقديرات هي:

-تقدير الوقت المتفائل

- تقدير الوقت المتشائم

- تقدير الوقت الأكثر احتمالاً.

أ- الوقت المتفائل (Time Optimistic)

وهو وقت ضروري لإتمام العملية في حالة تكامل الظروف المحيطة بالتطبيق سواء أكانت ظروفاً طبيعية أم جوية، أم توفر موارد، ويعد هذا الوقت الأقصر الذي تؤدى فيه الأعمال.

ب- التقدير المتشائم (Time Pessimistic)

وهو الوقت الضروري لإتمام العملية بفرض اجتماع جميع الظروف السيئة سواء أكانت جوية أم طبيعية أم سياسية أم اقتصادية أم عدم توفر المواد الخام، ويعد أطول وقت ضروري يلزم لإتمام العملية.

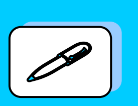
التقدير الأكثر احتمالاً (TML)، ويقتصر على هذا الرمز(Time Most Likely) وهو الوقت الذي عادة ما يستقر فيه أداء المهمة، وعادة ما يكون في معدلات التنفيذ المتوسطة لإنجاز المهمة، حيث يتم احتساب الوقت العادي المتوقع من خلال متوسط معدلات التنفيذ لهذه العمليات، ويتم تحديده بتقدير الوقت المتوسط الحسابي المرجح، يحدد فيه الوقت المحدد المحتمل على أساس أكبر الترجيح، ويعد أفضل وقت لانتهاء مهمة العمل بشكل متفائل وأسوأ وقت مقدر لانتهاء العمل بشكل متشائم، ويمكن حسابه جبرياً.

الوقت المتوقع لكل نشاط: = $\frac{\text{الوقت المتفائل} + 4 \text{ (الوقت الأكثر احتمالاً)} + \text{الوقت المتشائم}}{6}$

تدريب (2)

فيما يلي الأنشطة الخاصة بأحد المشروعات، والمطلوب تحديد احتمال إنجاز المشروع خلال 16 يوماً.

النشاط	النشاط السابق	الزمن المتفائل	الزمن المناسب	الزمن المتشائم
أ	-	2	3	2
ب	أ	1	5	3
ج	أ	2	6	4
د	ب ، ج	4	8	6
هـ	-	2	3	4
و	هـ	2	5	8



أسئلة التقويم الذاتي:

توافر لديك البيانات الآتية من إحدى المراحل الخاصة ببناء مصنع جديد:

المرحلة	المرحلة السابقة	الأزمنة المتوقعة بالشهور		
		الزمن المتفائل	الزمن المتشائم	الزمن الأكثر احتمالاً
أ	-	3	7	2
ب	أ	2	8	5
ج	أ	4	10	7
د	ب ، ج	4	8	6
هـ	ب	5	7	3
و	د ، هـ	1	11	9

المطلوب:

أ- رسم شبكة بيرت وحساب زمن المسار الحرج وتحديد المراحل الواقعة عليه.

ب- يفرض أن الإدارة تتوقع الانتهاء من بناء المصنع في زمن قدره 25 شهراً ، ما هو الاحتمال الخاص بالمشروع في هذا الزمن؟

ج- يفرض أن الإدارة تتوقع الانتهاء من بناء المصنع في زمن قدره 26 شهراً ماهو الانتهاء من بناء المصنع في هذا الزمن؟

?



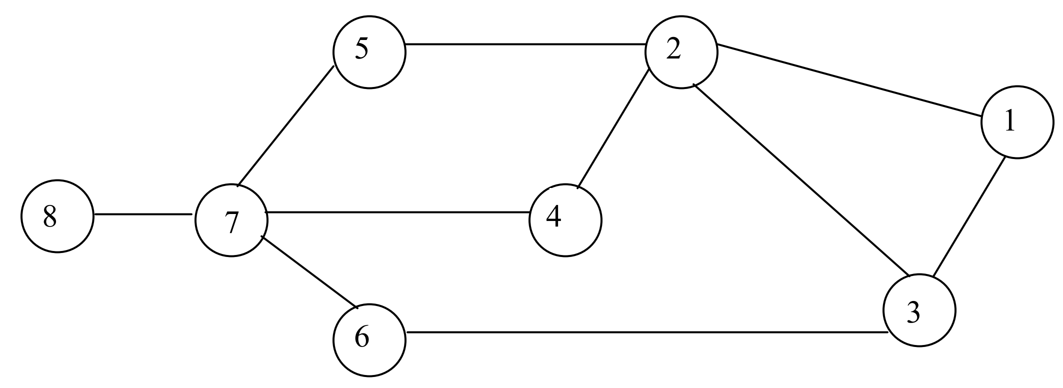
مثال:

مسلسل	الوقت المتفائل	الوقت الأكثر احتمالاً	الوقت المتشائم
1	4	5	12
2	1	5	3
3	2	3	4
4	3	4	11
5	2	3	4
6	3	2	3
7	3	3	5
8	4	4	8
9	3	2	3
10	1	2	3

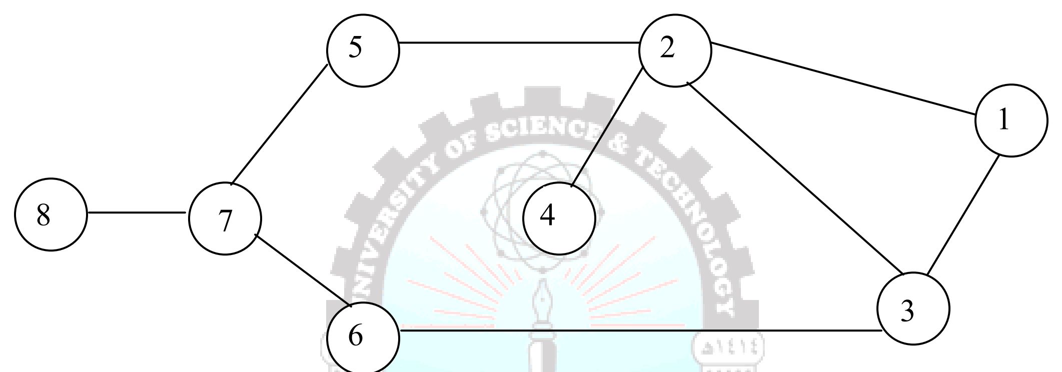
وباستعمال وقت لكل حدث

م	النشاط	الوقت
1	2 -1	4
2	3-1	5
3	5-2	2
4	3-2	3
5	3-2	4
6	7-5	2
7	7-4	3
8	6-3	5
9	7-6	6
10	8-7	3

وإذا افترضنا أن المخطط التالي يمثل مشروع تنفيذ المباني بكلية العلوم الإدارية جامعة العلوم والتكنولوجيا ، والمدة بالشهور مع أن الجدول السابق يعطي أوقات الأحداث المختلفة لهذا المشروع.



أما أوقات الانتهاء والبدء وأقل وقت للانتهاء من المشروع فتظهر كالآتي:



أما أقصى وقت للبدء وأقصى وقت للانتهاء من المشروع فيظهر كما يأتي:

النشاط	أقل وقت للبدء	أكثر وقت للبدء	أقل وقت انتهاء	أكثر وقت انتهاء	فائض الوقت	مسار حرج
أ	صفر	صفر	6	6	صفر	
ب	صفر	7	2	9	7	
ج	6	10	9	13	4	
د	6	7	11	12	1	
هـ	6	6	9	9	صفر	صفر
و	9	13	11	15	1	
ز	11	12	14	15	4	
ح	9	9	13	13	صفر	صفر
ط	13	13	15	15	صفر	صفر
ي	15	15	17	17	صفر	صفر

ومن هذا الشكل في أعلاه نلاحظ أن لو طرحنا أقرب وقت متوقع لإتمام الحدث من آخر وقت مسموح به لإتمام هذا الوقت الباقي هو الفائض من الأحداث التي على المسار الحرج (صفر) ويعد أسلوب المسار الحرج (Critical Path Method) (C.P.M) ويمكن تحليل الوقت والتكاليف بطريقة بيرت.

تمارين على استخدام نظرية شبكات الأعمال والمسار الحرج:

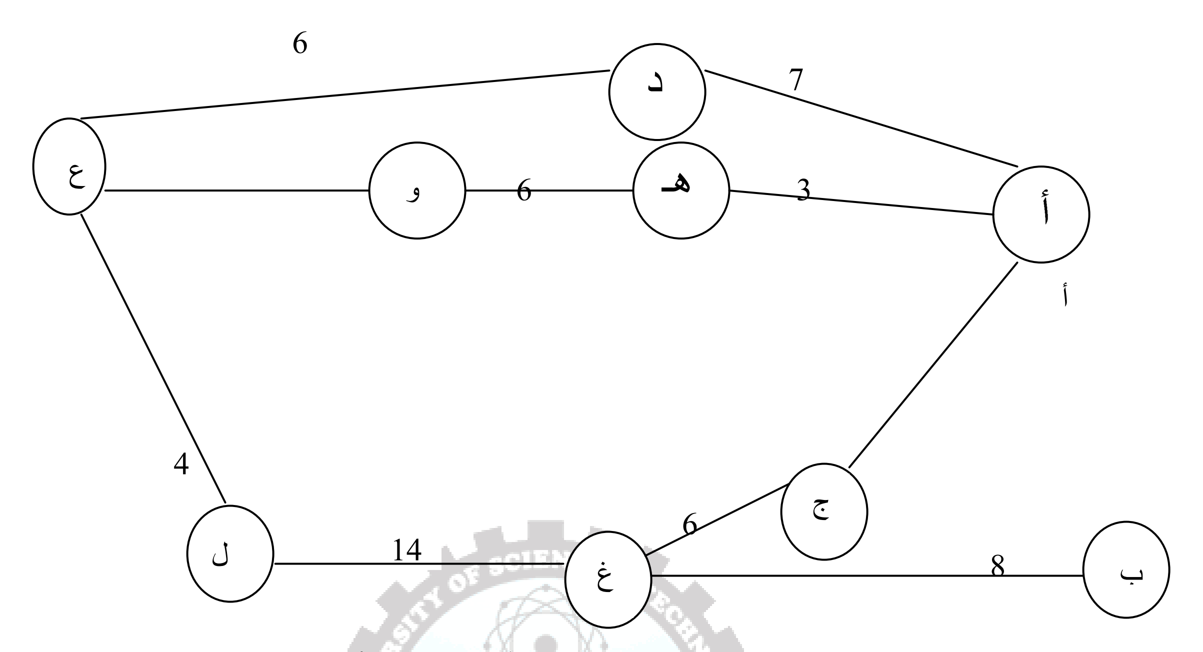
1-الجدول في أدناه يمثل الأنشطة المختلفة لإنجاز مشروع معين، وذلك حسب وقوعها والوقت اللازم لإنجاز كل منها بالأسابيع:

النشاط	وقت لإنجاز النشاط	الأنشطة السابقة
أ	7	-
ب	8	-
ج	6	أ
د	5	أ
هـ	3	أ
و	6	هـ
ز	16	د.و
ح	14	ب.ج
ط	4	ح. ط

أوجد ما يأتي:

أ- ارسم شبكة الأعمال التي تمثل أنشطة المشروع المختلفة.

ب- حدد مسار أنشطة المسار الحرج وحدد الوقت اللازم لإنهائه.



إذا كانت البيانات الموجودة في الجدول الآتي: تمثل الأنشطة المحتملة لإنجاز مشروع إنشاء صالة رياضية والمدة بالأسابيع.

الأنشطة	الأنشطة السابقة	وقت متفائل	وقت أكثر احتمالاً	التشاؤم
أ	-	10	22	28
ب	أ	4	4	10
ج	ب	4	6	14
د	أ	1	2	3
هـ	د	1	5	9
و	ج.هـ	7	8	9
ز	و	2	2	2

أوجد ما يأتي:

أ- الوقت المتوقع والتباين لإنجاز كل نشاط.

ب- شبكة الأعمال الممثلة للمشروع

ج- وقت البداية والنهاية المبكرة ووقت البداية والنهاية المتأخرة لكل نشاط.

د- المسار الحرج والوقت اللازم لإنجازه.

هـ- احتمال تنفيذ المشروع خلال (40) أسبوعاً.

و- احتمال تنفيذ المشروع خلال (45) أسبوعاً.

ز- احتمال تنفيذ المشروع بين (40و 45 أسبوعاً).

الحل:

يتم حساب الوقت المتوقع لكل نشاط حسب العلاقة الآتية:

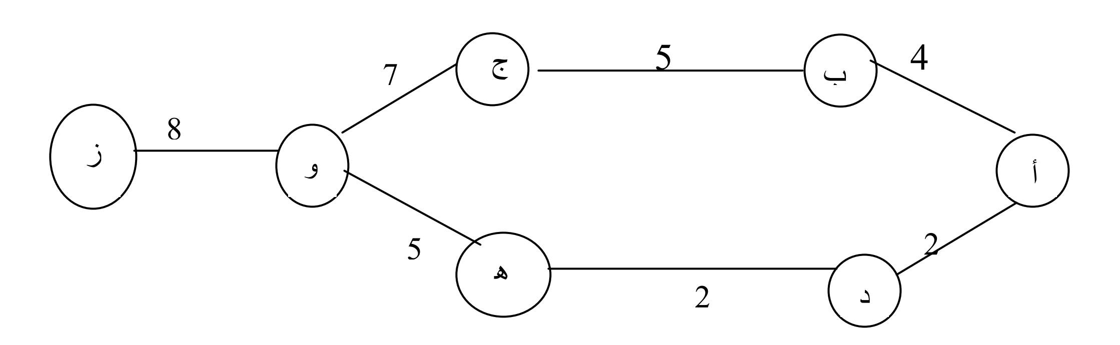
الوقت المتوقع = $\frac{\text{ف} + 4\text{ح} + \text{ش}}{6}$

أما التباين فيتم حسابه من خلال العلاقة الآتية: $\left(\frac{\text{ش} - \text{ف}}{6}\right)$ مرفوع للقوة 2

وعليه فان الوقت المتوقع والتباين لكل نشاط من أنشطة المشروع فيظهر كما يأتي:

النشاط	الوقت المتوقع	التباين
أ	21	9
ب	5	1
ج	7	9/25
د	2	9/1
هـ	5	9/16
و	8	9/1
ز	2	صفر

ويتم رسم شبكة الأعمال للمشروع على النحو الآتي:



1	2	3	4	5	6	7	8		
الأنشطة	وقت الإنجاز	الأنشطة السابقة	ب.م	2+4=ت م	الأنشطة اللاحقة	ب.خ	7+2=ت.خ	الوقت الفائض8 – 5	الأنشطة الحرجة
أ	21	-	0	21	ب.د	0	21	0	نعم
ب	5	أ	21	26	ج	21	26	0	نعم
ج	7	ب	26	33	و	26	33	0	نعم
د	2	أ	21	23	هـ	26	28	5	لا
هـ	5	د	23	28	و	28	33	5	لا
و	8	ج.هـ	33	41	ع	33	41	0	نعم
ز	2	و	41	43	-	41	43	0	نعم

و- احتمال تنفيذ المشروع في (40) إسبوعاً

يمكن حساب الانحراف المعياري لإنجازه وهو يمثل أنشطة المسار الحرج.

$$\sqrt{9+1+\frac{25}{9}-\frac{1}{9}+0}$$

الانحــراف المعيــاري= الجــذر التربيعــي ل (0+9/1+9/25+9) = الجــذر التربيعــي ل(12.89) =.3.59

2- إيجاد قيمة (Z) المعيارية المقابلة للقيمة (40) أسبوعا = $\frac{43 - 40}{3.59}$ =0.89

3- تمثيل المساحة الواقعة تحت العلامة تحت قيمة (z) المعيارية بيانياً = -0.84

4- إيجاد قسمة المساحة الواقعة تحت العلامة المعيارية (-0.84) وتمثل الاحتمال، وبالنظر في جدول التوزيع الطبيعي نجد احتمال إنجاز المشروع خلال (40) أسبوعاً هو (0.2005).

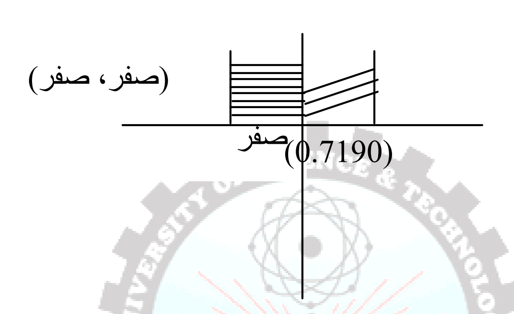
5- احتمال إنجاز المشروع في (45) أسبوعاً : (أ) إيجاد قيمة (Z) المعيارية.

ح = $\frac{43 - 45}{3.59}$ 0.58

ب- ويمكن تمثيلها بيانياً"

(1.8)
صفر
(0.58)

أ- إيجاد المساحة الواقعة تحت القيمة المعيارية، وبالنظر إلى جدول التوزيع الطبيعي نجد أن المساحة هي الاحتمال هي (0.7190) .

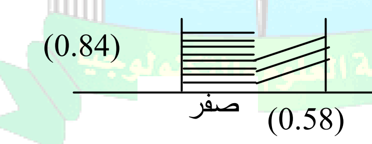


احتمال إنجاز المشروع بين (40و 45) أسبوع هو:

أ- قيمة (ح) المعيارية المقابلة للقيمة (40) أسبوعاً هو (-0.84).

ب- قيمة (ح) المعيارية المقابلة للقيمة (45) أسبوعاً هو (0.58).

ج- يمكن تمثيلها بيانياً:

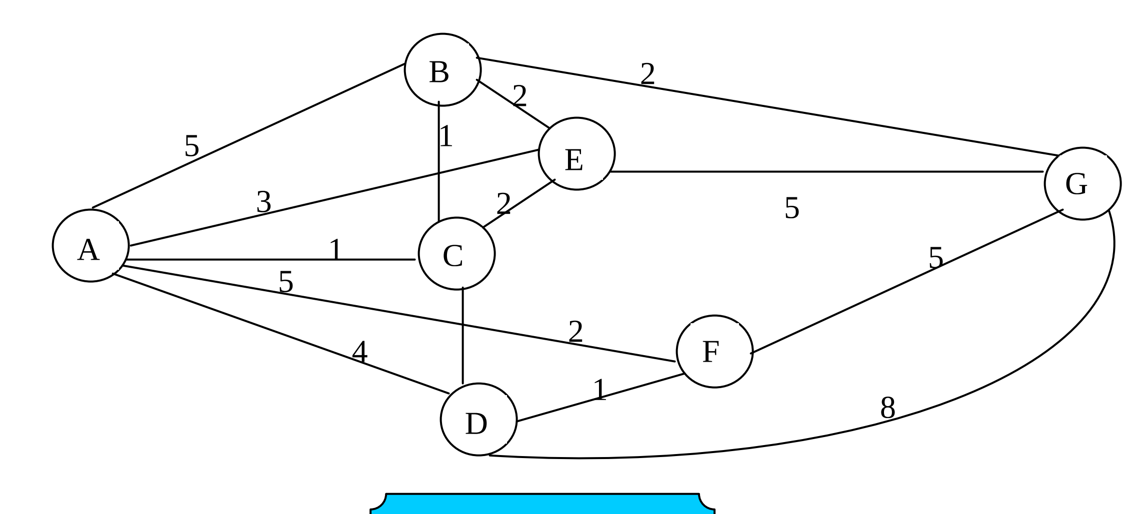


د- إيجاد المساحة المحصورة بين القيمتين المعياريتين فالمساحة المحصورة بين النقطتين = المساحة تحت (0.58) – المساحة (-0.84) = 0.7190 -02005 =0.518

أسئلة التقويم الذاتي:

؟

احسب المسار الحرج في المسائل الآتية بين أول نقطة وآخر نقطة في المسار بين المصدر (A) الى المصب في (G).



أسئلة التقويم الذاتي:

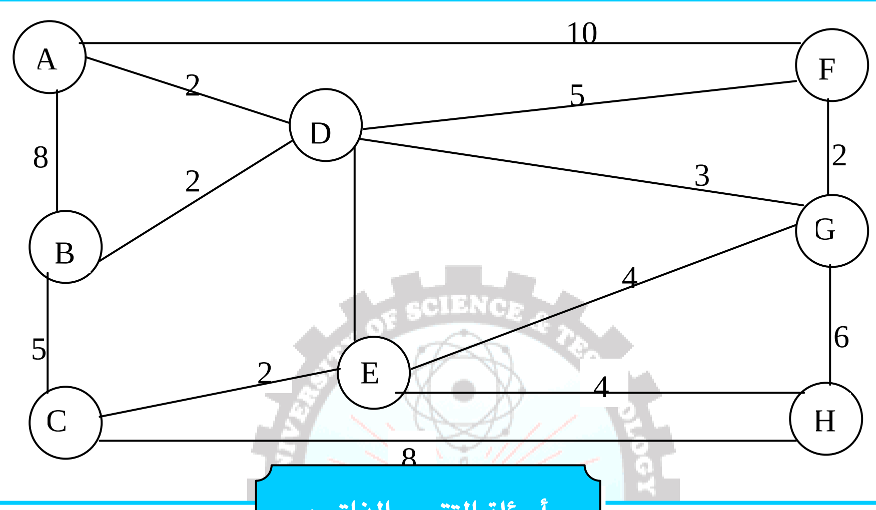
?

احسب المسار الحرج لهذا الشكل بين المصدر (A) والمصب (j).

أسئلة التقويم الذاتي:

؟

حدد أقل المسارات وصولاً بين المصدر (A) والمصب (H).



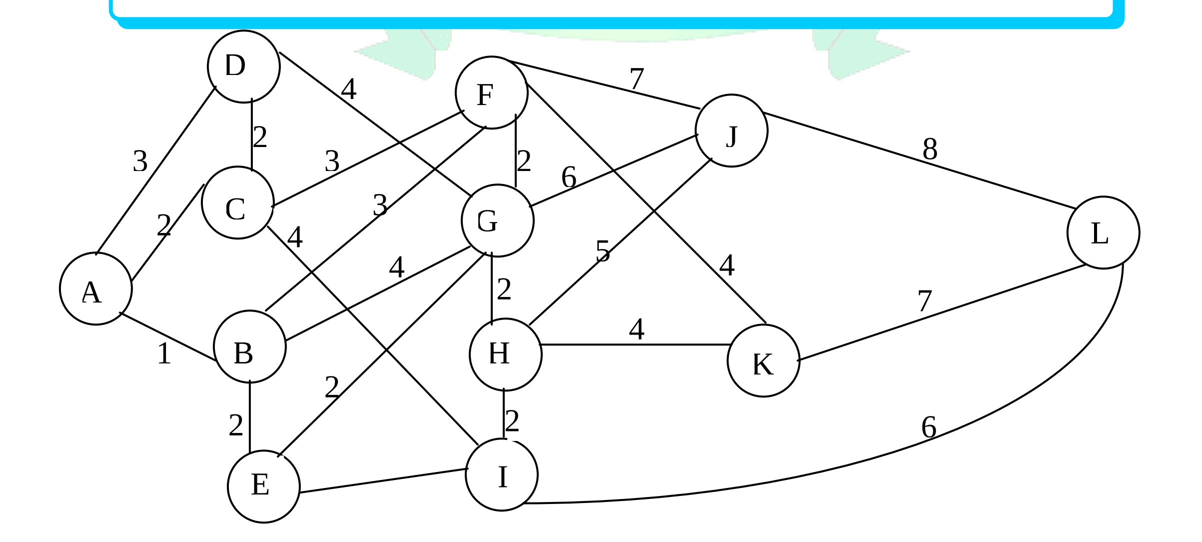
أسئلة التقويم الذاتي:

؟

احسب أقصر مسافة بين المصدر (A) والمصب (L).

واحسب أطول مسافة بين المصدر (A) والمصب (L) .

حدد الفرق بين أطول مسافة وأقل مسافة في الرسم بين المصدر (A) والمصب (L).

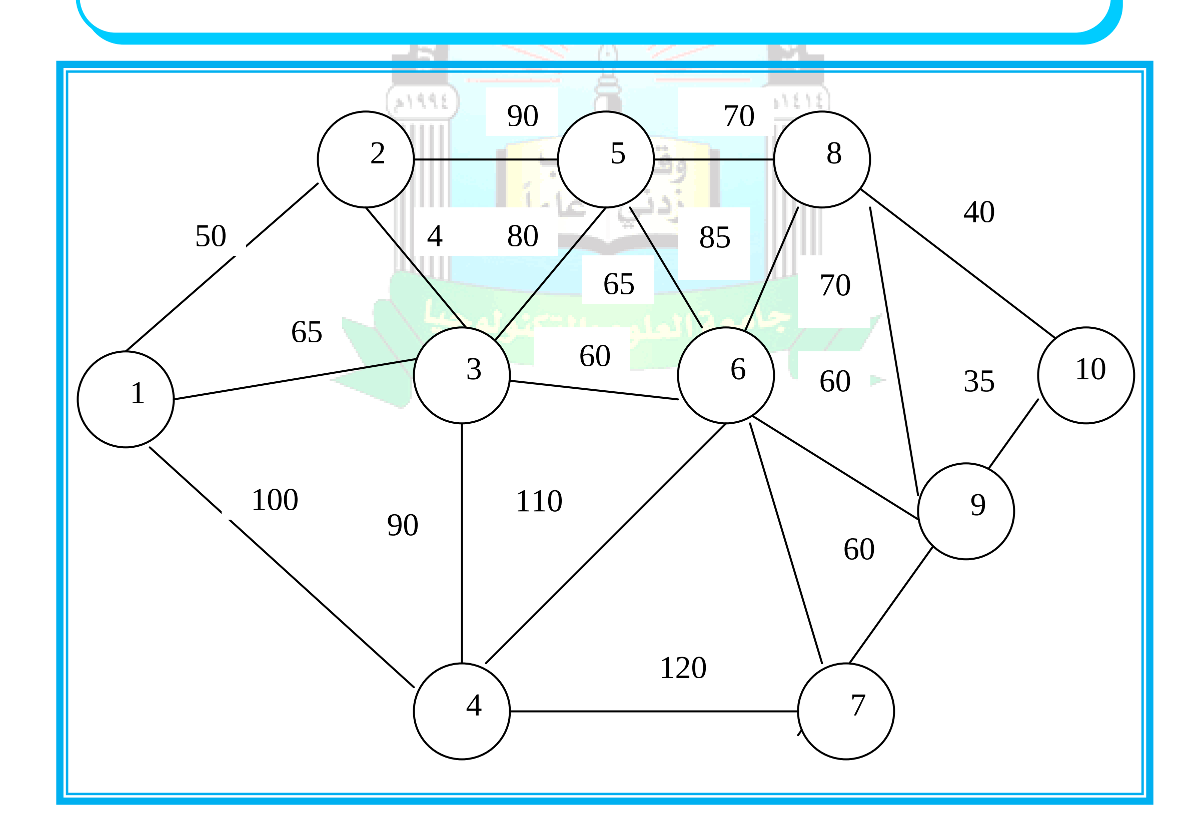


تدريب (3)

بعد أن قامت شركة مقاولات بتشييد كلية متخصصة، يخطط مدير المشروع لإقامة شبكة من التمديدات الصحية لخدمة المباني العشرة التي تتكون منها الكلية – يرغب مدير المشروع في تقليص أطول الأنابيب اللازمة لشبكة التمديدات بين جميع مباني الكلية بقدر الإمكان، وذلك من أجل تقليل تكلفة الشبكة.

الشكل في أدناه يبين مخططاً للشبكة المطلوبة حيث تشير النقاط إلى مباني الكلية والأفرع إلى خطوط الأنابيب الواصلة بين كل مبنيين بالإمكان ربطهما معاً، وتشير الأرقام عند كل فرع إلى المسافة بالأمتار بين المباني.

أوجد أقل طول لشبكة التمديدات الصحية اللازمة لربط جميع المباني معاً ضمن هذه الشبكة.



تدريب (4)



قامت مؤسسة عقارية ببناء مجموعة من البيوت السكنية المتباعدة على قطعة من الأرض تبلغ مساحتها عدة أفدنة، وتخطط المؤسسات لتوصيل أنابيب المياه لهذا التجمع السكاني. المخطط الشبكي الموضح في أدناه يبين احتمالات التوصيل المختلفة بين البيوت بعد حذف الاحتمالات الصعبة الناشئة عن طبيعة الأرض والصعوبات الفنية الأخرى إذا كانت النقطة (1) في المخطط الشبكي تمثل المصدر الرئيس للمياه، والنقاط الأخرى تمثل البيوت السكنية، في حين تمثل الخطوط المسافات بين البيوت السكنية أو بينها وبين مصدر المياه، ترغب المؤسسة في تحديد أقل طول لشبكة الأنابيب اللازمة لتوصيل مجموعة البيوت مع مصدر المياه.

4. الخلاصة :

دعنا نتعاون لإيجاد خلاصه لنظريه شبكات الأعمال والمسار الحرج، بدأنا الوحدة بطريقة المسار الحرج، وبنظره إجمالية نجدها تمثل شكل شبكة أو مخطط هندسي ويتكون من حدث ونشاط ويكتمل في مسار، الحدث يمثل بداية أو نهاية النشاط وليس له وقت لانجازه، أما النشاط فهو خط يربط حدثين وله مدة زمنيه لانجازه .

في الشبكة الكلية يمكن أن نجد أكثر من مسار من حدث البداية إلى حدث النهاية و أطول زمن لتلك المسارات يمثل المسار الحرج وتذكر التاريخ المتوقع المبكر، والوقت المبكر، لبدء النشاط والوقت المتأخر .

أما طريقه بيرت(pert) طريقه تقييم ومراجعه المشروعات فهي تشبه طريقة المسار الحرج من حيث رسم الشبكة أو المخطط الهندسي . ولكن نسبة لظروف عدم التأكد الذي يصاحب المشروعات .

ظهرت طريقه بيرت لعلاج ظاهره عدم التأكد. لذا اعتمدت فكرة بيرت على التوزيع الاحتمالي الذي يعتمد على توزيع بيتا الاحتمالي ، ثم التقدير على ثلاثة تقديرات منها تقدير الوقت المتفائل، والوقت المتشائم، وتقدير الوقت الأكثر احتمالاً، وقد لمست عظمة الفوائد لقيام المشروعات الضخمة والمعقدة عند استعمال نظريه شبكات الأعمال.

5. لمحة مسبقة عن الوحدة الدراسية السادسة:

عزيزي الدارس، بعد أن تناولنا نظرية شبكات الأعمال والمسار الحرج وعرفنا كيف أن نظرية بيرت ظهرت لعلاج ظاهرة عدم التأكد والتي اعتمدت بذلك على التوزيع الاحتمالي وفقاً لتوزيع بيتا الاحتمالي.

سوف نتناول في الوحدة القادمة إن شاء الله نماذج اتخاذ القرار في ظل ظروف عدم التأكد. كما أننا سوف نتناول فيها نظرية الترتيب وكيف يتم تنفيذها بحيث يكون وقت الإنتاج أقل ما يمكن.



6. إجابات التدريبات:

تدريب (1)

أولاً: المزايا:

1. يفيد كل من المسار الحرج وأسلوب بيرت في إدارة المراحل المختلفة للمشروعات، وعلى وجه الخصوص فيما يتعلق بالجدولة والرقابة على المشروعات ذات الأحجام الكبيرة.
1. سهولة تطبيق هذه الأساليب نظراً لبعدها عن التعقيدات الرياضية.
2. التمثيل البياني باستخدام الشبكات يساعد على الإدراك السريع للعلاقات المختلفة بين أنشطة المشروع.
3. تمثل شبكة المشروع مصدراً قيماً ووثائقياً يمكن أن يوضح من المسؤول عن كل نشاط من أنشطة المشروع.
4. يمكن استخدام هذه الأساليب ليس فقط في مراقبة تنفيذ المشروعات زمنياً بل أيضاً في مراقبة التكاليف، وإمكانية التحكم فيها بالمقايضة مع الزمن.

ثانياً: المحددات:

1. يتطلب استخدام هذه الأساليب أن تكون الأنشطة معروفة بوضوح ومستقلة عن بعضها.
2. لابد أن يكون تتابع الأنشطة محدداً بوضوح، وأن يكون في الإمكان تشبيك هذه الأنشطة مع بعضها.
3. يتوقف تقدير وقت الأنشطة على درجة تفاؤل أو تشاؤم متخذي القرارات من المديرين.
4. عادة ما يتم التركيز على أنشطة المسار الحرج مع أنه قد توجد مسارات أخرى مهمة يمكن أن نطلق عليها المسارات الحرجة تقريباً والتي يجب أن تنال اهتمام متخذ القرار من حيث التحليل والتأثير في إنجاز المشروع.

تدريب (2)

أولاً: تحديد الوقت المتوقع لكل نشاط

الوقت المتوقع للنشاط أ = $\frac{4+3 x 4+2}{6}$ = 3 ايام

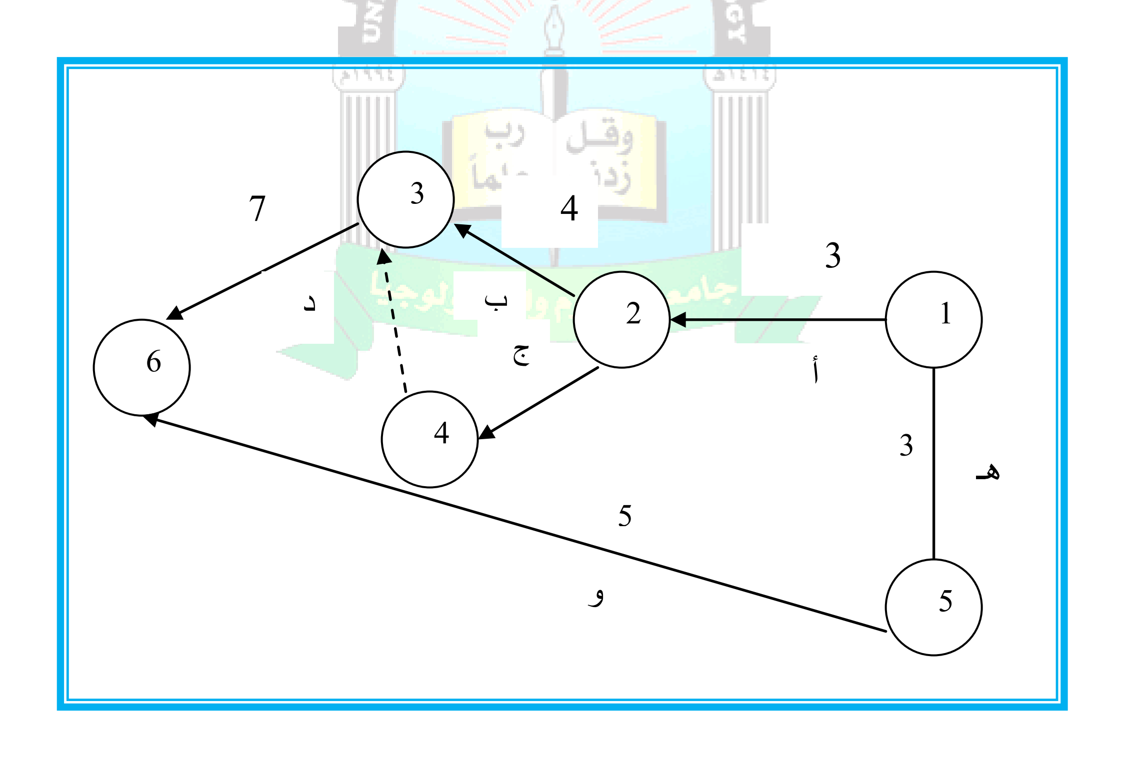
" " " ب = $\frac{3+5 x 4+1}{6}$ = 4 ايام

" " " ج = $\frac{4+8 x 4+4}{6}$ = 5 ايام

" " " د = $\frac{4+6 x 4+4}{6}$ = 7 ايام

" " " هـ = $\frac{8+5 x 4+2}{2}$ = 3 ايام

" " " و = $\frac{8+5 x 4+2}{2}$ =5 ايام



- المسار أ ج د = 3+5+7 = 15 يوماً المسار الحرج

- المسار أ ب د = 3+4+7 = 14 يوماً

- المسار هـ و = 3+5 = 8 ايام

ثانياً: تحديد الانحراف المعياري لأنشطة المسار الحرج:

- الانحراف المعياري للنشاط أ $= \frac{4-2}{6} = \frac{1}{3}$

- " " " ج $= \frac{2-4}{6} = \frac{1}{3}$

- " " " د $= \frac{4-4}{6} = \frac{1}{3}$

ثالثاً: تحديد تباين الأنشطة الواقعة على المسار الحرج:

النشاط	الانحراف المعياري	التباين (الانحراف المعياري)^2
أ	$\frac{1}{3}$	،11
ب	$\frac{1}{3}$	،11
د	$\frac{1}{3}$	،11

رابعاً: تحديد تباين الأنشطة الواقعة على المسار الحرج:

$= \sqrt{33} = ,57$

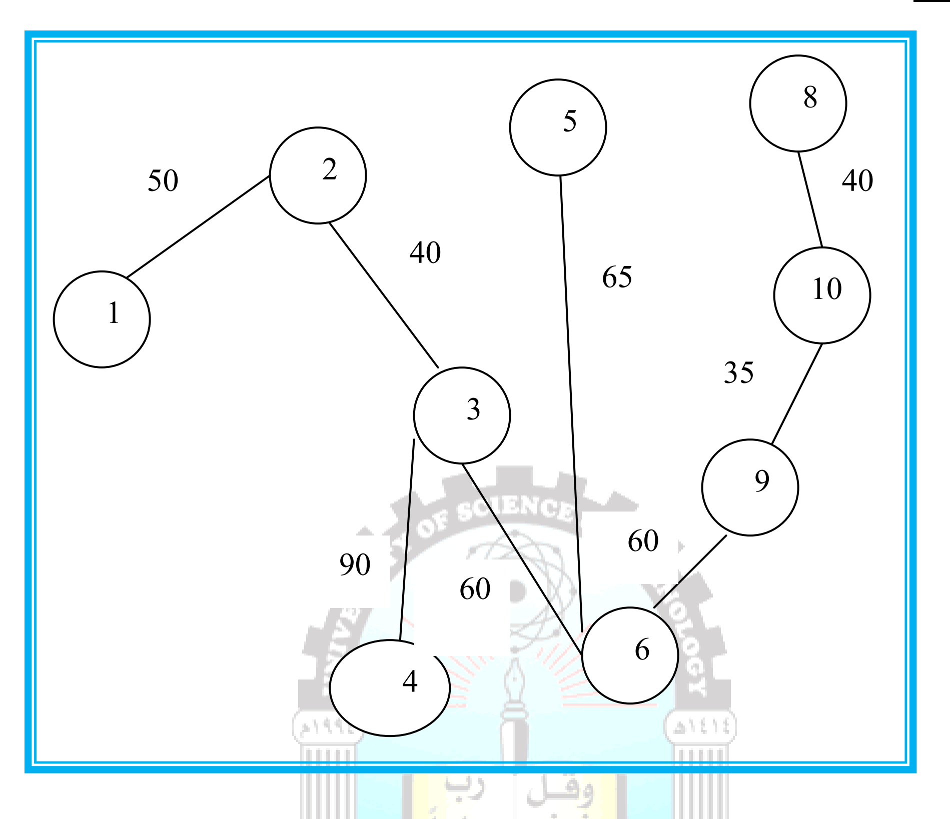
خامساً: تحديد القيمة المعيارية z $= \frac{15-16}{،75}$

$= 1,75$

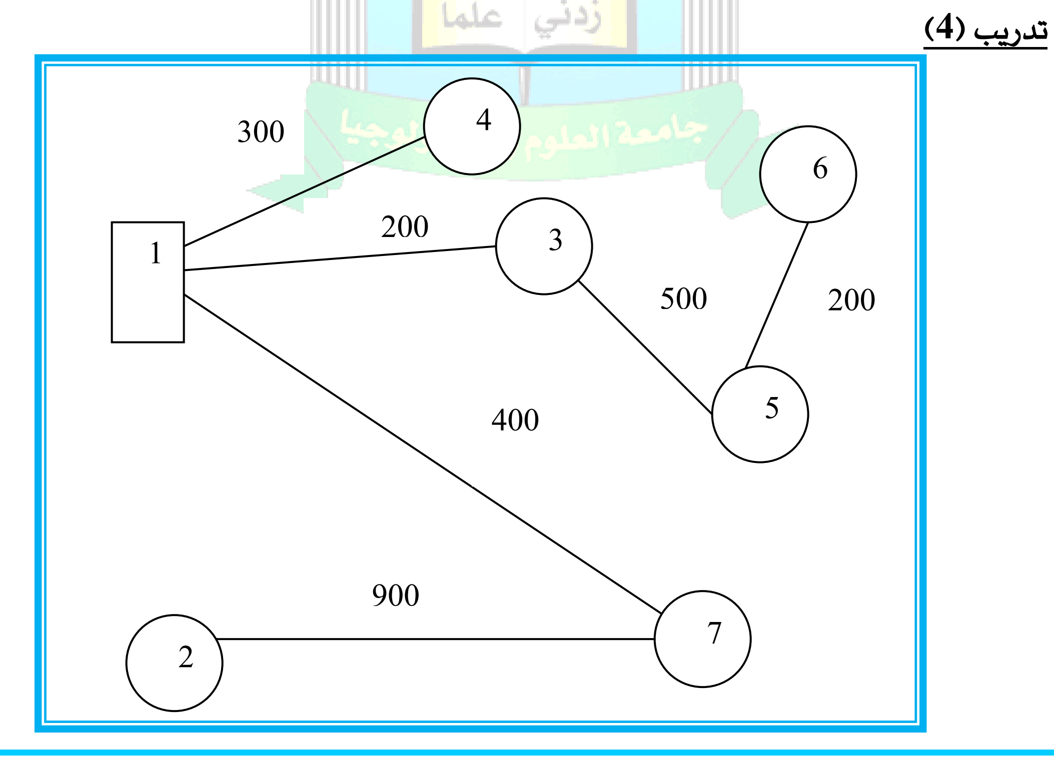
سادساً: بالبحث في جدول التوزيع المعتدل المعياري أو الطبيعي عن الرقم المقابل لـ 1,75 "ابحث في الجدول أمام الرقم 1.7 تحت عمود 05، ستجد الرقم 4608، ولأن التوزيع الطبيعي هو توزيع ذو طرفين، لذلك فإن احتمال الانتهاء من المشروع خلال 16 يوماً هو:

،4595 x2 = 92٪ تقريباً

تدريب (3)



تدريب (4)



7. مسرد المصطلحات:

- **المشروع Project**:

مجموعة متتالية من الأنشطة لها علاقات مميزة تربطها معاً وتتحدد بنقاط بداية ونهاية توضح اكتمال تحقيق الأنشطة بغية الوصول إلى هدف معين أو مجموعة أهداف.

- **النشاط Activity**:

هو أي جزء من المشروع يستغرق وقتاً وله بداية وله نهاية كما يترتب على إنجاز النشاط تحمل تكاليف معينة.

- **الشبكة Network**:

هي رسم يوضح خطة تنفيذ المشروع، ويوجد نوعان رئيسان لرسم شبكة الأعمال:

أ- مخطط الأسهم Activity on-arrow:

حيث يمثل كل نشاط في هذا المخطط بسهم.

ب- مخطط الخانات Activity-on-node:

حيث تمثل كل نشاط في هذا المخطط بدائرة.

- **الحدث Event**:

يشير الحدث إلى بداية أو نهاية معينة، وفي ظل مخطط الأسهم فإن النشاط يقع بين حدثين، أما في ظل مخطط الخانات فإن النشاط يبدأ بحدث وينتهي بمجرد بدء نشاط آخر يليه.

- **أسلوب المسار الأقصر Shortest Route Technique**:

أسلوب لإيجاد أقصر مسار من نقطة المصدر إلى نقطة أخرى في الشبكة.

- **أسلوب العودة العكسية Backpacking Procedure**:

أسلوب لتحديد المسار بين نقطتين في الشبكة بطريقة عكسية "أي: البدء من النقطة الأخيرة والرجوع عكسياً إلى النقطة الأولى"

- **أسلوب بيرت PERT وأسلوب CPM**:

أساليب في التحليل الشبكي تستخدم لمراجعة المشروعات وتقييمها.

- **الدورة Cycle**:

تتابع من الأفرع يصل بين عدة نقاط تكون نقطة البداية ونقطة النهاية النقطة نفسها.

- **السلسلة Chain**:

تتابع من الأفرع تربط بين نقطتين غير متتاليتين.

- **المسار Path**:

تتابع من الأفرع المتجهة التي تصل بين نقطتين غير متتاليتين.

- **المصدر "نقطة الأصل" Source Origin**:

النقطة الأولى في الشبكة تكون الأفرع المتصلة فيها متجهة بحيث تبتعد.

- **نقطة توصيل "وصلة، نقطة" "Node "Link, Junction**:

نقطة تمثل على شكل شبكة دائرة أو مربع صغير تفصل بين أفرع الشبكة.



8. المراجع:

1. أحمد سرور محمد، بحوث العمليات في الإدارة (القاهرة: مكتبة عين شمس، 1987م).
2. برونسون، بحوث العمليات، ترجمة حسن حسني الغباري، مراجعة، محمد إبراهيم يونس (القاهرة: الدار الدولية للنشر والتوزيع، 1988م)
3. جلال الأشعري 2010، محاضرات ، جامعة صنعاء ، بحوث العمليات.



الوحدة السادسة

6

نماذج إتخاذ القرارات في ظل ظروف التأكد


UNIVERSITY OF SCIENCE & TECHNOLOGY
١٩٩٤م
١٤١٤هـ
وقل رب
زدني علماً
جامعة العلوم والتكنولوجيا

محتويات الوحدة

الموضـــــــوع	الصفحة
1. المقدمة	200
1.1 التمهيد	200
1.2 أهداف الوحدة	200
2. نماذج اتخاذ القرار في ظل ظروف التأكد	201
3. نظرية الترتيب	208
4. الخلاصة	214
5. إجابات التدريبات	215
6. مسرد المصطلحات	218
7. المراجع	219



1. المقدمة:

1.1 التمهيد:

عزيزي الدارس،

مرحباً بك في هذه الوحدة التي يأتي ترتيبها السادسة في وحدات المقرر، وقد اشتملت على قسمين رئيسين هما نماذج اتخاذ القرار في ظل التأكد ونظرية الترتيب، في القسم الأول بدائل اتخاذ القرار وهي اتخاذ القرارات في ظل ظروف التأكد الكاملة، واتخاذ القرار في ظل شبه التأكد وأخيراً اتخاذ القرار في ظل عدم التأكد إلى جانب المعايير المستخدمة في تقييم القرارات المختلفة.

وفي القسم الأخير تناولنا نظرية الترتيب وهي تستخدم في مسائل جدولة الإنتاج.

وقد حاولنا الإكثار من الأمثلة ذات العلاقة بموضوعات الوحدة وحلولها النموذجية.

وستجد في ثنايا هذه الوحدة أسئلة تقويم ذاتي وتدريبات ترد إجابتها في نهاية الوحدة التي وردت في النص الرئيس.

كما ذيلنا هذه الوحدة بمسرد للمصطلحات العلمية. أهلاً بك مرة أخرى إلى هذه الوحدة، ونرجو أن تستمتع بدراستها، وأن تفيد منها، وأن تشاركنا في نقدها وتقييمها.

2.1 أهداف الوحدة:



عزيزي الدارس، بعد فراغك من دراسة هذه الوحدة ينبغي أن تكون قادراً على أن:

1. توضح نماذج اتخاذ القرار في ظل ظروف التأكد.
2. تتعرف على معايير تقييم القرار.
3. الإلمام بنظرية الترتيب.

2. نماذج اتخاذ القرار في ظل ظروف التأكد:

من صفحة 1 الى 6 من الوحدة السادسة

عادةً ما يتوفر لدى صناع القرار عدد كبير من الحلول الممكنة للمشاكل التي يواجهونها فيكون أفضل هذه الحلول(الحل الأمثل) هو الذي يجب إختياره وفق مقياس يسمى مقياس الفعالية (الهدف من القرار).

حالة(1) - عندما تتوافر المعلومات الكاملة لدى صانع القرار عن مشكلة ما ، فإن علية مقارنة جميع الحلول الممكنة واختيار أفضلها وفق مقياس الفعالية.

- مقياس الفعالية قد يكون الربح أو التكلفة ،....،
- القرار المحدد أو القرار في حالة التأكد كالحالة السابقة(1). أمثال هذة القرارات قرارات مشاكل النقل(الوحدة السابقة) والتخصيص والتخزين والبرمجة الخطية ،....

-حالة(2)- عندما تتوافر جزء من المعلومات عن مشكلة ما.
في مثل هذة الحالة يكون إختيار الحل الأمثل هو قرار في حالة المخاطرة.

- حيث يتم في مثل هذة الحالة تقدير إحتمال ما يمكن أن يقع من حوادث(الحالات الطبيعية).

أمثال هذه القرارات اختيار الحل الأمثل في النماذج الإحتمالية(صندوق الإنتظار والتخزين الإحتمالي).

-حالة(3)- عندما لا تتوفر أي معلومات عن مشكلة ما(نقص كامل للمعلومات)، تسمى قرارات إختيار الحل الأمثل في مثل هذة الحالة بالقرار في حالة عدم التاأكد.

أياً كان نوع القرار المستخدم في إتخاذ القرار فإن الأمر يتطلب التعرف على ما يلى:

1 – معرفة من سيستخدم القرار، وما نوع القرار(قرار حالة التأكد – حالة المخاطرة – حالة عدم التأكد).

2 – معرفة الهدف من القرار(تحديد مقياس الفاعلية).

3 – معرفة الحلول الممكنة(البدائل).

4 – معرفة جدول القرار(مصفوفة العوائد المتعلقة بالقرار).

جدول مصفوفة العوائد:

الحوادث أو الحالات الطبيعية وإحتمالات وقوعها	الحلول الممكنة(البدائل)
S_1 S_2 S_3..........................S_m p_1 p_2 p_3..........................p_m	
r_{11} r_{12} r_{13} .... $r1_m$ r_{11} r_{12} r_{12} .... $r2_m$ . . . . . r_{n1} r_{n2} r_{n3} .... r_{nm}	a_1 a_2 . . . . a_n

حيث: $S_1,S_2,......,S_m$ تمثل جميع الحوادث الممكنه أن تقع(الحالات الطبيعية)

$p_1,p_2,......,p_m$ تمثل جميع الحوادث (الحالات الطبيعية)

$a_1,a_2,......,a_n$ تمثل جميع الحوادث (الحالات الطبيعية)

$R_{ij}, i=1,2,......n$ & $j=1,2,......,m$ يمثل الناتج عن إختيار البديل aj عند وقوع الحادث أو وقوع الحالة الطبيعية S_j

- مصفوفة العوائد للقرارات في حالة التأكد.

في هذه الحالة المعلومات كاملة عن البدائل والعوائد وتكون مصفوفة العوائد في هذه الحالة مكونة من عمود واحد حيث لدينا حادثة(حالة طبيعية واحدة) تقع بشكل مؤكد وفي هذه الحالة سيكون أمام صانع القرار مقارنة جميع العوائد واختيار أفضلها وفق مقياس فعالية معين.

مثال:

لدينا ثلاثة فنيين هم أحمد ،محمد، وخالد ولدينا ثلاثة أجهزة A,B,C تحتاج إلى إصلاح والجدول التالي يبين الوقت الذي يستغرقه كل منهم لإصلاح الأجهزة.

فإذا أردنا أن نعين شخص واحد لإصلاح أحد الأجهزة فقط. فما هو أفضل تعيين للأشخاص الثلاثة على الأجهزة الثلاثة لكي يكون وقت الإصلاح الكلي للأجهزة الثلاثة أقل ما يمكن؟

أي من الفنيين الثلاثة سيصلح الجهاز A ومن هو سيصلح الجهاز B ومن هو سيصلح الجهاز C بحيث يكون العائد هو إصلاح الثلاثة الأجهزة بأقل وقت ممكن.

الفنيين	الأجهزة		
	A	B	C
أحمد	3	7	4
محمد	4	6	6
خالد	3	8	5

الحل

عدد بدائل التعيينات الممكنة هي:

1- نعين أحمد لإصلاح الجهاز A أي (A , أحمد)
نعين محمد لإصلاح الجهاز B أي (B , أحمد)
نعين خالد لإصلاح الجهازس C أي (C , أحمد)

أي أن التعيين رقم(1) هو
a_1=(خالد,C)، (محمد,B)، (أحمد,A)

2- نعين أحمد لإصلاح الجهاز A أي (A , أحمد)
نعين محمد لإصلاح الجهازC أي (C , محمد)
نعين خالد لإصلاح الجهاز B أي (B , خالد)

أي أن التعيين رقم(1) هو
a_2=(خالد,C)، (محمد,B)، (أحمد,A)

3- نعين أحمد لإصلاح الجهاز B أي (B , أحمد)
نعين محمد لإصلاح الجهازA أي (A , محمد)
نعين خالد لإصلاح الجهاز C أي (C , أحمد)

أي أن التعيين رقم(1) هو
a_3=(خالد,C)، (محمد,A)، (أحمد,B)

4- نعين أحمد لإصلاح الجهاز B أي (B , أحمد)
نعين محمد لإصلاح الجهاز C أي (C , محمد)
نعين خالد لإصلاح الجهاز A أي (A , خالد)

أي أن التعيين رقم(1) هو
a_4=(خالد,A)، (محمد,C)، (أحمد,B)

5- نعين خالد لإصلاح الجهاز A أي (C , أحمد)
نعين محمد لإصلاح الجهازC أي (A , محمد)
نعين خالد لإصلاح الجهاز B أي (B , خالد)

أي أن التعيين رقم(1) هو
a_5=(خالد,B)، (محمد,A)، (أحمد,C)

6- نعين خالد لإصلاح الجهاز A أي (C , أحمد)
نعين محمد لإصلاح الجهازC أي (B , محمد)
نعين خالد لإصلاح الجهاز B أي (A , أحمد)

أي أن التعيين رقم(1) هو
a_6=(خالد,A)، (محمد,B)، (أحمد,C)

إذاً لدينا ستة خيارات أو ستة بدائل أحدهم هو الأفضل وفق مقياس أقل زمن عملي ممكن لإصلاح الأجهزة الثلاثة معاً

مصفوفة العوائد موضحة في الجدول التالي:

البدائل	العوائد
a_1:(أحمد,A)، (محمد,B)، (خالد,C)	3+6+5=14
a_2:(أحمد,A)، (محمد,C)، (خالد,B)	3+6+8=17
a_3:(أحمد,B)، (محمد,A)، (خالد,C)	7+4+5=16
a_4:(أحمد,B)، (محمد,C)، (خالد,A)	7+6+3=16
a_5:(أحمد,C)، (محمد,A)، (خالد,B)	4+4+8=16
a_6:(أحمد,C)، (محمد,B)، (خالد,A)	4+6+3=13

من هذا الجدول نجد أن أفضل بديل هو a_6 لأن أقل زمن كلي لإصلاح الأجهزة ....هو 13 وهو زمن البديلa_6 وذلك وفق مقياس أقل زمنذ

- القرار في حالة المخاطرة(قرار إحتمالي) في هذه الحالة يكون المعلومات عن الحالات الطبيعية غير كاملة أي أن المعرفة جزئية فيتم التعبير عنها بتقدير إحتمال وقوع كل حالة من هذه الحالات، بهذا التقرير يستطيع صانع القرار أن يقدر درجة المخاطرة عن إختيار الحل الأمثل بدلالة التوزيع الإحتمالي الناتج للحالات الطبيعية وذلك بعدة مقاييس أهمها:

A.مقياس القيمة المتوقعة للعوائد:

وفق هذا المقياس يكون الحل الأمثل هو الذي يعطي أفضل قيمة متوقعة للعوائد حيث أن القيمة المتوقعة ل.......... ما هو حاصل ضرب العوائد(r_{ij}) في الإحتمالات المقابلة لها(p_j) ثم جمع الناتج كما يلي:

$$E(a_j) = \sum_{j=1}^{m} r_{ij} . p_j$$

أي أن القيمة المتوقعة للبديل هي المقياس.

مثال:

اتخاذ القرار باستخدام القيمة المتوقعة التي يحتاج إليها للموسم التسويقي القادم من سلعة واحدة، ومن بيانات تاريخية أن تأخذها هذه السلعة يتوقع لها الاحتمالات الآتية من الوحدات المباعة.

الطلب	نسبة تحقيقه
1,000	٪50
1,500	٪30
2,000	٪20

الحل:

علينا التعرف على ما يلي:

1- نوع القرار وهو قرار حال المخاطرة.

2- الهدف من القرار(مقياس الفعالية) وهو الوصول إلى أكبر ربح بحجم معين من الشراء.

3- الحلول الممكنة(البدائل) وهي:

- شراء 1000 وحدة = a_1
- شراء 1500 وحدة = a_2
- شراء 2000 وحدة = a_3

4- تحديد مصفوفة العوائد وهي كما في الجدول التالي:

حجم الطلب			حجم الشراء (البدائل)
الحالات الطبيعية واحتمالاتها			
S_1=1000 P_1=0.5	S_2=1500 p_2=0.3	S_3=2000 p_3=0.2	
r_{11}=500	r_{12}=5000	r_{13}=5000	a_1:1000
r_{21}=6000	r_{22}=7500	r_{23}=7500	a_2:1500
r_{31}=7000	r_{32}=8500	r_{33}=10,000	a_3:2000

لإيجاد العائد(الربح)(r_{ij}) الناتج عن إختيار البديل a_j عند وقوع الحالة الطبيعية S_j أي أن r_{11} تعني الربح الناتج عن إختيار البديل a1 (شراء 1000وحدة) عندما كان حجم الطلب $s_1=1000$

$r_{11}=1000*5=5000$ حيث ربح الوحدة 5

ويكون r_{12} هو الربح الناتج عن إختيار البديل a_1 (حجم الشراء 1000) وحدة عندما كان حجم الطلب 1500 =s2 أي حجم الطلب أكبر من حجم الشراء.

إذاً الربح هو(ربح الوحدة)❖(حجم الشراء)=5❖1000=5000=r_{12}

وبالمثل r_{13} = 5 * 1000= 5000

وبالنسبة r_{21} أي الربح الناتج عن إختيار البديل a2 (حجم الشراء 1500 وحدة) عندما كان حجم الطلب $s_1=1000$ أي أن حجم الشراء أكبر من حجم الطلب.

أي ستبقى 500 وحدة لم تطلب وسيتم بيعها بخصم 20٪ من سعر البيع(أي ستباع بمقدار 80٪ من سعر البيع)

وحيث أن سعر البيع 15 ⟵ 15*0.80 = 12

ولما كان سعر التكلفة هو 10 ⟵ 12-10=2

إذاً ما تبقى من حجم الشراء هو 500 وحدة ستباع ربح الوحدة بربح 2*500=1000

إذاً الربح r_{21} = ربح بيع 1000 وحدة = 500 + ربح 500 وحدة بعد الخصم.

إذاً r_{13} =5000 + 500 ❖ 2 = 5000+1000=600

أما r22 يساوي 7500 وذلك لأن حجم الشراء = حجم الطلب

ويكون r23 يساوي 5❖1500 = 7500 حجم الشراء أقل من حجم الطلب

وبالنسبة لـr_{31} = (5)❖1000+(2) ❖ 1000=5000+ 2000 = 7000

r_{32} = (5)❖1500+(2) ❖ 500=7500 + 1000 = 8500

r_{33} = (5)❖2000+ 10000

وطالما أن القيمة المتدفقة للبديل هي المقياس ونحسب توقع كل بديل ويكون البديل الأفضل (الحل الأمثل) هو البديل الذي قيمتة المتوقعة أكبر قيمة.

$$\Rightarrow E(a_j)=\sum_{i=1}^{m} r_{2j}p_j \Rightarrow \mathrm{E}(\mathrm{a}_1)=\sum_{j=1}^{3} r_{ij}.p_j=[r_{11}.p_1+r_{12}.p_2+r_{13}.p_3]$$

=(5000)(.5)+(5000)(.3)+(5000)(.2)=5000

$$E(a_2)=\sum_{j=1}^{3} r_{2j}p_j=[(6000)(.5)+(7500)(.3)+(7500)(.2)]=6750$$

$$E(a_3)=\sum_{j=1}^{3} r_{3j}p_j=[(7000)(.5)+(8500)(.3)+(8500)(.3)+(1000)(.2)]=8050$$

إذاً أفضل بديل هو البديل a_3 لأنة يمتلك أكبر قيمة متوقعة وهو شراء 2000 وحدة تحقق أعلى ربح 8050

B.مقياس القيمة المتوقعة لخسارة الفرص (مقياس الندم أو الأسف):

- خسارة الفرص لبديل ما عند حالة طبيعية معين هي الخسارة النسبية الناتجة عن إختيار أفضل بديل مقابل تلك الحالة الطبيعية.

- أفضل البدائل وفق هذا المقياس (مقياس الأسفل) هو البديل الذي يمتلك أقل قيمة متوقعة لخسالة الفرص.

مثال يوضح إيجاد أفضل البدائل وفق مقياس (للإسف (الندم))

بالرجوع إلى المثل السابق ما هو أفضل البدائل اوفق مقياس الأسف؟

الحل:-

خسارة الفرص عن a_j ووقوع s_j تساوي أكبر قيمة في عمود العوائد – قيمة عائد البديل القابل و الجدول التالي يوضح ذلك.

حجم الطلب	حجم الشراء (البدائل)
الحالات الطبيعية واحتمالاتها S1=1000 P1=.5 s2=1500 p2=.3 s3=2000 p3=.2	
7000-5000=2000 5800-5000=3500 10000-5000=5000 7000-6000 8500-7500=1000 5800-7500 وهذا يبين أن7000-70000 8500-8500=0 **2500.2 1300**	**a1=1000** **v=1500** **a2=200**

من الجدول السابق نتجد أن:

$$E(a_1) = 200*.5*3500+.2 = 3050$$

$$E(a_2) = 1000+1000*.3+2500*.2 = 1300$$

$$E(a_3) = 0*15+0*.3+00*2.2 = 0$$

إذاً البديل a_3 هو أفضل البدائل وفق مقياس القيم المتوقعة لخسارة الفرصة.

يقصد باتخاذ أي قرار القيام بفعل معين من بين عدة أفعال، كما يمكن القيام بها لمواجهة نفس الموقف، أي: اختيار بديل من بين البدائل المتاحة، **ويمكن تقسيمها إلى ثلاثة أنواع هي:**

- **اتخاذ القرارات في ظل ظروف التأكد الكاملة:**

ويتميز هذا النوع من القرارات بأن يكون متخذ القرار على علم مسبق بنتائج اتخاذ القرار.

ومن ثم لا يوجد تأثير للبيئة الخارجية في هذه الأنواع أي: منعدم التأثير تماماً.

- **اتخاذ القرار في ظل شبه التأكد، أي: المخاطرة:**

ويمتاز هذا النوع من القرارات بأن متخذ القرار يكون على علم باحتمال النتائج المختلفة لتأثيرات البيئة الخارجية بالنسبة لكل بديل من البدائل، ويتم هنا اتخاذ القرار بطريقة:

أ- اتخاذ القرار باستخدام القيمة المتوقعة للربح.

ب- القيمة المتوقعة للربح.

- **اتخاذ القرار في ظل عدم التأكد:**

ويتميز هذا النوع من القرارات بأنه لا يكون فيه متخذ القرارات يتسم بحالة التأكد، ويتم تقييم أي قرار باستخدام خمسة معايير هي:

أ- معيار التفاؤل

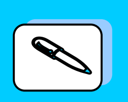
ب- معيار التشاؤم

ج- المعيار الوسيط (التفاؤل والتشاؤم) .

د- معيار لابلاس

هـ - معيار الأسف

تدريب (1)



اشرح خطوات اختيار أفضل البدائل الذي يحقق أكبر ربح ممكن باستخدام المعايير التي درستها.

أسئلة التقويم الذاتي:



1. ما المقصود باتخاذ القرار؟
2. عدد البدائل المتاحة لاتخاذ القرار.
3. اذكر معايير تقييم القرار.

تمرين:



اتخاذ القرار باستخدام القيمة المتوقعة التي يحتاج إليها للموسم التسويقي القادم من سلعة واحدة، ومن بيانات تاريخية أن تأخذها هذه السلعة يتوقع لها الاحتمالات الآتية من الوحدات المباعة.

الطلب	نسبة تحقيقه
1,000	٪50
1,500	٪30
2,000	٪20

كان التاجر يشتري الوحدة ب 10 ريالات ويبيعها بمبلغ 15 ريالاً، وإذا علمت أن الوحدة التي لا تباع في الموسم تباع بخصم ٪20 من سعر البيع، فكم عدد الوحدات التي يشتريها لكي يحقق أكبر أرباح ممكنة.

حجم الشراء	طلب	سعر البيع	قيمة وحدات باقية	إيراد كلي	تكاليف الشراء	ربح	إحتمال التحقق	القيمة المتوقعة
1,000	1,500	15	-	15,000	10,000	5,000	0.5	2,500
	1,500	15	-	15,000	10,000	5,000	0.3	1,500
	2,000	15	-	15,000	10,000	5,000	0.2	1,000
								5,000
1,500	1,000	15,000	6.000=15❖0.8❖500	21,000	15,000	6,000	0.5	3,000
	1,500	22,500	-	22,500	15,000	7,500	0.3	2,250
	2,000	22,500	-	22,500	15,000	7,500	0.2	1,500
								6,750
2,000	1,000	15,000	12.000	27,000	20,000	7,800	0.50	3,500
	1,500	22,500	6.000	28,500	20,000	8,500	0.3	2,550
	2,000	30,000	-	30,000	20,000	10,000	0.2	2,000
								8,050

ملحوظات:

1- شراء أكبر كمية تحقق أكبر وأعلى ربحية هو 2.000 وحدة وتحقق 8.050 ريال.

2- يمكن اتخاذ أي قرارات باستخدام القيمة التي تحقق خسائر متوقعة.

مثال:

منشأة صناعية تقوم بتصنيع نوع جديد من المراوح الكهربائية، ويبلغ إنتاج المروحة 50 ريالاً، وسعر بيعها المتوقع 100 ريال، والمروحة التي لا تباع خلال موسم الصيف تباع في نهاية الموسم بمبلغ 40 ريالاً، وكان الطلب على المراوح 1.000 وحدة من هذه المراوح واحتمالات تحقيق ذلك هو:

حجم الطلب	نسبة تحقيقه
140	30٪
160	40٪
180	20٪
200	10٪

والمطلوب تحقيق حجم الإنتاج الأمثل الذي يحقق أقل خسارة ممكنة.

حجم الإنتاج	الطلب	الوحدات التي تحقق خسائر 10 ريال	سعر 50 ريالاً	حجم الخسارة	نسبة الاحتمال	المتوقعة
140	140	-	-	-	0.3	0
	160	-	20	1,000	0.4	400
	180	-	40	2,000	0.2	400
	200	-	60	3,000	0.1	300
						1,100
160	140	20	-	200	0.3	60
	160	0	-	0	0.4	0
	180	0	20	1,000	0.2	200
	200	0	40	2,000	0.1	200
						460
180	140	40	-	400	0.3	120
	160	20	-	200	0.4	80
	180	0	-	0	0.2	0
	200	0	20	1,000	0.1	100
						300
200	140	60	10	600	0.3	180
	160	40	10	400	04	160
	180	20	10	200	02	40
	200	0	10	0	0.1	0
			10			380

القرار بأقل خسارة (300) ألف ريال عند إنتاج (1.000) ألف مروحة.

تمرين:

يرغب مدير الإنتاج في إحدى المنشآت الصناعية في تقديم سلع جديدة، ولقد أوضحت دراسة الجدوى أن إنتاج هذه السلعة يتطلب شراء آلة متخصصة وأن المعروض من السوق لهذه الآلة (3) أنواع بياناتها كما يأتي:

آله	طاقة إنتاجية	تكاليف ثابتة	تكاليف متغيرة للوحدة
أولى	20,000	30,000	7.5 ريال
ثانية	40,000	50,000	6.75
ثالثة	70,000	70,000	5

فإذا علمت أن مستوى الطلب المتوقع لهذه السلعة هو على النحو الآتي:

30.000 ، 40.000 ، 50.000 ، وحدة

وأن سعر البيع للوحدة الواحدة 10 ريالات وأن الوحدة التي لا تباع خلال الموسم تباع فيما بعد بنصف الثمن.والمطلوب:

اختيار أفضل البدائل التي تحقق أكبر ربح ممكن باستخدام المعايير **كافة** بافتراض نسبة التفاؤل (0.6)، وأن معيار التشاؤم (0.4).

الخطوة الأولى: حساب التكاليف الكلية للوحدة :

- حساب التكلفة الكلية للوحدة بالنسبة لكل بديل من البدائل الثلاثة.

- البدائل ت ث ÷ الطاقة الإنتاجية= نصيب الوحدة من التكاليف الثابتة. ت ث+ ت م للوحدة

ت1 = 30,000 ÷ 20,000= 1.5 ت ث 7.5 ت م = 9

ت2 =50,000 ÷ 40,000 = 1.25+6.75 = 8

ت3 =70,000 ÷ 70,000= 1+5 = 6

الخطوة الثانية: حساب العائد

حساب العائد بألف ريال لكل بديل من البدائل الثلاثة:

طلب	شراء	إيرادات❖10	وحدات متبقية و.م❖5	إجمالي الإيراد	9❖20.000	صافي الربح
20,000	30,000	200,000	-	200,000	180,000	20,000
	40,000	200,000	-	200,000	180,000	20,000
	50,000	200,000	-	200,000	180,000	20,000
						60,000
40,000	30،000	300,000	50,000	350,000	320,000=8❖40,000	30,000
	40,000	400,000	-	400,000	320,000	80,000
	50,000	400,000	-	400,000	320,000	80,000
						170,000
70,000	30,000	300,000	200,000	500,000	420,000	80,000
	40,000	400,000	150,000	500,000	420,000	130,000
	50,000	500,000	100,000	600,000	420,000	180,000
						390,000

الخطوة الثالثة: إيجاد أو إعداد مصفوفة أرباح (مصفوفة أصلية)

البديل	30,000	40,000	50,000
ت1	20	20	20
ت2	30	80	80
ت3	80	130	180

الخطوة الرابعة: تقييم البدائل الثلاثة باستخدام المعايير كافة

أولا: معيار التفاؤل:

ت1 20

ت2 80

ت3 180

ثم نختار أعلى رقم، أي: يختار مدير الإنتاج البديل الثالث.

ثانيا: معيار التشاؤم:

أ- نحدد أسوأ نتيجة لكل بديل من البدائل

ت1=20

ت2=30

ت3=80 ثم نختار أعلى رقم من بين الأرقام، أي: نختار البديل الثالث.

ثالثا: تحديد معيار الوسيط

نحدد أفضل وأسوأ نتيجة لكل بديل من البدائل:

ت1 20 20

ت2 80 30

ت3 180 80

ثم نقوم بتقييم البدائل المختلفة طبقاً لهذا المعيار بافتراض التفاؤل والتشاؤم 0.6، 0.4،

ت1 = 20❖0.6 + 20❖0.4=12+8=20

ت2 = 80❖0.6+30❖0.4=48+12=60

ت3 = 180❖0.6 + 80❖0.4=108+32=140

نختار أعلى الأرقام وهو 140 حيث يختار مدير الإنتاج البديل الثالث.

رابعا: معيار الأسف (الوسط الحسابي لهذه البدائل)

ت1= $\frac{20+20+20}{3}$ = 20

ت2= $\frac{80+80+30}{3}$ =190/ 3=63.3

ت3= $\frac{180+130+80}{3}$ =390/3=130

نختار أعلى رقم وهو البديل الثالث الذي يحقق 130.

4- هـ معيار الأسف كالآتي:

تحديد مصفوفة الأسف كالآتي:

نقوم بتحديد أكبر قيمة في كل عمود من أعمدة المصفوفة الأصلية، ثم نقوم بطرح بقية قيم العمود من هذه القيمة، فنحصل على مصفوفة الصف كالآتي:

البدائل:

ت1	60	110	160
ت2	50	50	100
ت3	0	0	0

ثم نحدد أعلى الأرقام وهي كالآتي:

ت1 = 160

ت2= 100

ت3= صفر

ثم نختار أقل رقم، حيث يختار مدير الإنتاج البديل الثالث، لأنه يحقق أقل رقم أسف ممكن وهو يكون تحديداً يحقق هذا الشرط في البديل الثالث.

3. نظرية الترتيب (Sequencing Theory)

تهتم نظرية الترتيب بتحديد أفضل ترتيب للطلبيات بحيث يتم تنفيذها على الآلات الموجودة في المصنع بحيث يكون وقت الإنتاج أقل ما يمكن.



مثال:

ورد لمصنع الشباب (5) طلبيات يتطلب إتمامها أن تجرى عليها عمليات صناعية على آلتين هما: س، ص، ويقتضي تصنيع أي من هذه الطلبيات أن تضع على الآلة (س) أولاً ثم الآلة (ص) ثانياً. فإذا فرض أن الوقت الذي يستغرق تصنيع كل من هذه الطلبيات على الآلتين يكون بالساعات.

رقم الطلبية	(س)	(ص)
1	2	1
2	5	4
3	6	7
4	3	8
5	9	2

والمراد إبداء النصح لمصنع الشباب، وذلك ببيان أفضل تحميل على الآلات بحيث يكون وقت الإنتاج أقل ما يمكن شارحاً لنا الخطوات بإيجاز.

الحل:

1- تحديد أفضل ترتيب ويمكن أن يتم ذلك عن طريق تحديد أقل زمن للإنتاج على الآلتين، فإذا كان هذا الزمن يقع على الآلة الأولى نضع الطلبية صاحبة هذا الزمن في جدول الترتيب على اليمين، وإذا كان هذا الزمن يقع على الآلة الثانية نضع الطلبية صاحبة هذا الزمن في جدول الزمن على اليسار، ونكرر ذلك حتى ننتهي من الترتيب.

نرتب أوامر الإنتاج حسب وقت الإنتاج على الآلة الأولى:

4   3   2   5   1

نحدد زمن الإنتاج الأقل على الآلتين:

آلة (س)

طلبية	وقت إنتاج	زمن البدء	زمن الإنتهاء
4	3	صفر	3
3	6	6+3	9
2	5	5+9	14
5	9	9+14	23
1	2	2+23	25

آلة (ص):

طلبية	وقت إنتاج	زمن البدء	زمن الانتهاء
4	8	3	11
3	7	11	18
2	4	18	22
5	2	1+23 (عطل ساعة)	25
1	1	25	26

.: زمن الإنتاج = (26) ساعة

ملحوظة:

1- ساعة الابتداء على الآلة الأولى دائماً (صفر)

2- زمن الابتداء على الآلة الثانية ليكون هو نفسه زمن الانتهاء على الآلة الأولى أولاً.

3- زمن أعطال الآلة الأولى (26-25) = 1 ساعة

وهو زمن الانتهاء.

زمن تعطل الآلة الثانية وهو نفس زمن انتهاء الآلة الأولى من الطلبية الأولى زائداً زمن الانتظار.

صفر – 3 =3 ساعات

المجموع = 25-23 ساعة =1ساعة

المجموع = 4 ساعات

الآلة الأولى: = 25- إلى 26 ساعة= 1 ساعة

زمن التأخير للآلة (س) = 1 ساعة تأخير

زمن التأخير للآلة (ص) = 4 ساعات تأخير

مثال:

يوجد في أحد المصانع خمسة أوامر إنتاج، ويجب أن تمر على آلتين هما: أ، ب، بالترتيب. ويخصص لهما وقت بالساعة لكل من الآلتين على النحو الآتي:

أوامر الإنتاج	آلة (أ)	آلة (ب)
1	5	2
2	1	6
3	9	7
4	3	8

والمراد ترتيب أوامر الإنتاج المذكورة بحيث يصبح وقت الإنتاج الكلي أقل ما يمكن.

الحل:

نرتب أوامر الإنتاج حسب وقت الإنتاج على الآلة الأولى:

2 4 3 5 1

آلة (أ):

أمر الإنتاج المرتب	وقت الإنتاج	ساعة البدء	ساعة الانتهاء
2	1	صفر	1
4	3	1	4
3	9	4	13
5	10	13	23
1	5	23	28

آلة (ب):

أمر الإنتاج	وقت الإنتاج	ساعة البدء	ساعة الانتهاء
2	6	1	7
4	8	7	15
3	10	15	23
5	4	23	27
1	2	28	30

معنى ذلك أن وقت الإنتاج هو (30) ساعة، وقت الأعطال هو ساعتان للآلة الأولى ما بين الساعة (28-30)، وهو (3) ساعة للآلة (ب) بين الساعة (صفر - 1) وساعة بين الساعة (22- 23) وساعة بين الساعة (27-28).

ترتيب أوامر الإنتاج على ثلاث آلات:

يجب أن يتوفر الشرطان الآتيان، وهما:

(أ) أقل وقت إنتاج على الآلة (1) أكبر من أو يساوي وقت إنتاج على الآلة (ب) .

(ب) أقل وقت إنتاج على الآلة ج أكبر من أو يساوي وقت إنتاج على الآلة (ب) .

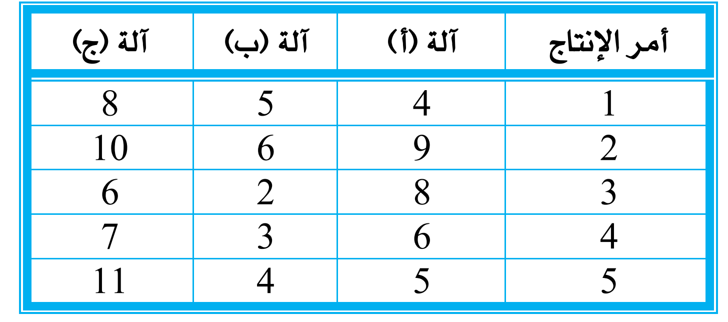
ويتم هذه الشرطان في حالة أن يتم العمل على آلتين هما (س، ص) ووقت الإنتاج على آلة (س) هو مجموع وقت الأمر على الآلة (أ) زائداً وقته من الآلة (ب).

وقت الإنتاج على الآلة (ص) لأمر إنتاج معين ووقت هذا الأمر على الآلة (ج) زائداً وقته على الآلة (ب).



مثال:

يوجد لدى شركة ساوباولو (5) أوامر إنتاج يجب أن تمر كل منها على آلات (أ)، (ب)، (ج)، على الترتيب. ووقت الإنتاج بالساعات على النحو الآتي:



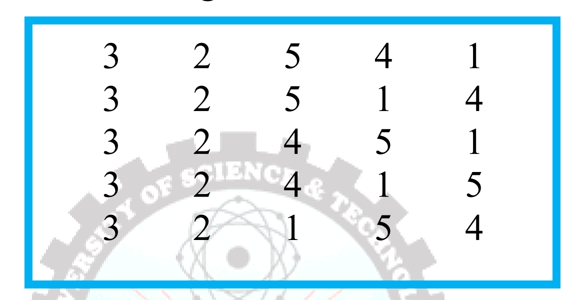
أمر الإنتاج	آلة (أ)	آلة (ب)	آلة (ج)
1	4	5	8
2	9	6	10
3	8	2	6
4	6	3	7
5	5	4	11

ويراد ترتيب هذه الأوامر بشكل يجعل وقت الإنتاج أقل ما يمكن.

الحل:

أمر الإنتاج	أ	ب	ج	الآلة س (أ+ب)	الآلة ص (ب+ج)
1	4	5	8	9	13
2	9	6	10	15	16
3	8	2	6	10	8
5	6	3	7	9	10
5	5	4	9	9	15

والحلول المتاحة كثيرة، وكلها تجعل وقت الإنتاج (51) ساعة، وهي على النحو الآتي:



1	4	5	2	3
4	1	5	2	3
1	5	4	2	3
5	1	4	2	3
4	5	1	2	3

وقت الإنتاج المتاح:

أمر (أ):

آلة (أ)	آلة (ب)	آلة (ج)	آلة (د)
2	4	5	1

أمر (2):

2 5 3 6

يمكن أن نتخذ قراراً لاختيار أمر إنتاج (أ) أولاً على آلة ما أو نختار أمر الإنتاج (2) أولاً على هذه الآلة، ومعنى ذلك أن لدينا (6) قرارات يمكن اتخاذها على حسب قوانين الاحتمالات.

- يمكن حذف جميع الخطط التي لا يمكن تنفيذها فنياً.
- وتبقى الخطط القابلة للتنفيذ: 1- 2-4-5-6-8-16-.
- تحذف الخطط غير المثالية.

- وتبقى الخطط المثالية والقابلة للحل وتناسبه وهـي: (1-2-4-6-8). وهـي (5) خطط فقط.

يتم حساب الوقت اللازم تنفيذه لكل من هذه الخطط، ونختار أفضلها باستخدام أسلوب جانت (Chant Theory)

لتبقى كما يأتي:

الزمن 1-30

أمر (1) أ+ب ج+د = ت = 22 ساعة

أمر (2) دب، أج = وهي الخطة رقم (4) وتضم في خطواتها (أ، ب،ج،د).

تدريب (2)

فيما يأتي بيانات العمليات الإنتاجية الخاصة بإنتاج 500 وحدة من المنتج ص، والمطلوب تسليمها في 2006/8/31 م وأزمنة تشغيلها كما يأتي:



الأنشطة	الزمن	الأنشطة	الزمن
1-المقص	10 أيام	4- الدهان	10 أيام
2-اللحام	5 "	5- التعبئة والتغليف	3 "
3-البرادة والتجليخ	8 "	6- التسليم	يوم واحد

المطلوب:

1. تصوير خريطة جانت الخاصة بتنفيذ الطلبيات.
2. تحديد تواريخ بداية العمليات الإنتاجية ونهايتها حتى يمكن التسليم في 8/31 / 2006

أسئلة التقويم الذاتي:



1. ما المقصود بكل من:
   أ- نظرية الترتيب. ب- أسلوب جانت.
2. كيف يتم إيجاد مصفوفة الأرباح؟
3. كيف يتم تحديد مصفوفة الأسف؟

4. الخلاصة :

حاولت هذه الوحدة من مقرر بحوث العمليات عرض القسم الأول ،نماذج اتخاذ القرار في ظل ظروف التأكد ، حيث تم استعراض الأنواع المختلفة للبدائل المتاحة للمساعدة في اتخاذ القرار على ضوء البديل الأمثل، وتتلخص هذه البدائل في كل من اتخاذ القرارات في ظل ظروف التأكد الكاملة، واتخاذ القرار في ظل شبه التأكد، أي: المخاطرة، وأخيراً اتخاذ القرار في ظل عدم التأكد.

ويتم اتخاذ أي قرار باستخدام خمسة معايير هي معيار التفاؤل، ومعيار التشاؤم، والمعيار الوسيط، ومعيار لابلاس، وأخيراً معيار الآسف.

أما القسم الثاني من هذه الوحدة فقد جاء تحت اسم نظرية الترتيب، و يتم تنفيذها على الآلات الموجودة بالمصنع بحيث يكون وقت الإنتاج أقل ما يمكن.

وفي الختام أوصيك بمراجعة الأهداف التعليمية للوحدة، وهل باستطاعتك تحقيق تلك الأهداف؟

إذا كان جوابك بنعم، تكون قد استوعبت موضوع الوحدة، وإلا فلا بأس عليك بدراسة النص العلمي بما في ذلك الأمثلة والتدريبات.

5. إجابات التدريبات:

تدريب (1)

الخطوة الأولى: حساب التكاليف الكلية للوحدة.

الخطوة الثانية: حساب العائد.

الخطوة الثالثة: إيجاد أو إعداد مصفوفة أرباح "مصفوفة أصلية".

الخطوة الرابعة: تقييم البدائل الثلاثة باستخدام المعايير كافة.

1- تصوير خريطة جانت

الأنشطة	المادة	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
القص	10																														
اللحام	5																														
البرادة	8																														
الدهان	10																														
التعبئة	3																														
التسليم	1																														

وهكذا بالنسبة للبقية

2-جداول مواعيد بداية العمليات الإنتاجية ونهايتها:

م	الأنشطة	المدة باليوم	التواريخ	
			البداية	النهاية
1	المقص	10	8/1	8/10
2	اللحام	5	8/11	8/15
3	البرادة	8	8/16	8/23
4	الدهان	10	8/18	8/27
5	التعبئة والتغليف	3	8/28	8/30
6	التسليم	1	8/31	8/31



6. مسرد المصطلحات:

- **نظرية القرار Decision Theory:**

أحد أساليب بحوث العمليات، وتستخدم لتحليل مشكلات اتخاذ القرار في ظروف عدم التأكد ودراسة احتمالات نتائجها.

- **نظرية الترتيب Sequencing Theory:**

تهتم نظرية الترتيب بحيث يتم تنفيذها على الآلات الموجودة في المصنع بحيث يكون وقت الإنتاج أقل ما يمكن.

- **أسلوب جانت Chant Theory:**

قام هنري جانت وهو من رواد مدرسة الإدارة العلمية بتطوير أسلوب خرائط جانت كأول أسلوب علمي يستخدم في جدولة العمليات.



7. المراجع:

1. برونسون، بحوث العمليات، ترجمة حسن حسني الغباري، مراجعة، محمد إبراهيم يونس (القاهرة: الدار الدولية للنشر والتوزيع، 1988م).
2. أحمد سرور محمد، بحوث العمليات في الإدارة (القاهرة: مكتبة عين شمس، 1987م).




UNIVERSITY OF SCIENCE & TECHNOLOGY
١٩٩٤م
١٤١٤هـ
وقل رب زدني علماً
جامعة العلوم والتكنولوجيا


جامعة العلوم والتكنولوجيا/ صنعاء
http/www.ust.edu

